

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

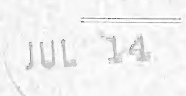
SAINT-PÉTERSBOURG.

VII[E] SÉRIE.

TOME XXX.

(Avec 56 planches.)





SAINT-PÉTERSBOURG, 1882.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 13 Roubl. = 43 Mk. 30 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Novembre 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XXX.

№ 8.

Ueber den Einfluss der Diffraction an Fernröhren auf Lichtscheiben. Von **Hermann Struve.** 104 pages.

№ 9.

Ueber das galvanische Leitungsvermögen alcoholischer Lösungen. Von **R. Lenz.** 64 pages.

№ 10.

Studien über die Süsswasser-Schwämme des Russischen Reiches. Von **Dr. W. Dybowski** in Niańkow. (Mit 3 Tafeln.) 26 pages.

№ 11 ET DERNIER.

Ueber centralasiatische Mollusken. Von **Professor E. v. Martens.** (Mit 5 Tafeln.) 66 pages.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 1.

REVISION
DER
OSTBALTISCHEN SILURISCHEN TRILOBITEN
NEBST
GEOGNOSTISCHER ÜBERSICHT DES OSTBALTISCHEN SILURGEBIETS

VON

Fr. Schmidt,
Mitgliede der Akademie.

ABTHEILUNG I.

PHACOPIDEN, CHEIRURIDEN UND ENCRINURIDEN.

Mit 16 Tafeln.

(Lu le 28 mars 1878.)

St.-PÉTERSBOURG, 1881.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 4 Rbl. 50 Kop. = 15 Mk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
TOME XXX, № 1.

REVISION

DER

OSTBALTISCHEN SILURISCHEN TRILOBITEN

NEBST

GEOGNOSTISCHER ÜBERSICHT DES OSTBALTISCHEN SILURGEBIETS

VON

Fr. Schmidt,
Mitglied der Akademie.

ABTHEILUNG I.

PHACOPIDEN, CHEIRURIDEN UND ENCRINURIDEN.

Mit 16 Tafeln.

(Lu le 28 mars 1878.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1881.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 4 Rbl. 50 Kop. = 15 Mk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Decembre 1881. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

INHALT.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit soll den Anfang bilden einer systematischen Monographie der Petrefakten unserer baltisch-silurischen Schichten, mit deren Studium ich mich seit Beginn meiner wissenschaftlichen Thätigkeit, freilich mit manchen Unterbrechungen beschäftigt habe. Es ist zwar schon früher von meinem verehrten Lehrer Dr. Christian Heinrich Pander eine solche umfassende Monographie unsrer Silur- (und Devon-) Petrefakten geplant und begonnen worden; leider liegt aber von ihm nur die «Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der Russisch-baltischen Gouvernements, St. Petersburg 1856» vollendet vor. Später erschienen von ihm noch drei Hefte mit generischen (rein zoologischen) Beschreibungen devonischer Fische, ohne dass unsre heimischen Funde speciell erörtert worden wären. Der Tod ereilte Pander in voller Arbeit im Jahre 1865. In seinem Nachlasse fanden sich noch viele Notizen und zahlreiche Tafeln mit schön ausgeführten Zeichnungen, namentlich von Brachiopoden, die für spätere Arbeiten ein wichtiges Material bilden werden.

Die frühere unsre Petrefakten betreffende Arbeit Pander's, die Beiträge zur Geognosie des Russischen Reichs, St. Petersburg 1830, enthält neben vollständiger Darstellung der Schichten eine sehr ausführliche Darstellung der silurischen Petrefakten der Umgebung von St. Petersburg; besonders detaillirt sind die Brachiopoden behandelt, aber auch für die Trilobiten finden wir in diesem grundlegenden Werk eine Menge Detail-Angaben und Studien über die Organisation, die wir in unsrer Arbeit vielfach werden verwerthen können. Dr. Volborth hat sich bemüht einige vergessene Pandersche Angaben wieder hervorzuziehen und auch wir werden bei Gelegenheit der Phacops-Arten Gelegenheit haben auf Pander zurückzukommen. Die weiteren Gebiete unsrer Silurformation, ausserhalb der nächsten Umgebung St. Petersburgs wurden von Pander nicht behandelt. Das grosse Werk von Verneuil und Graf Keyserling über die Paläontologie Russlands (Russia and the Ural mountains Vol. II, London u. Paris 1845) hat für unser Gebiet eine noch jetzt sehr vollständige

und massgebende Bearbeitung der Brachiopoden unsres Orthocerenkalks aus der Umgebung von St. Petersburg und Reval geliefert. Die übrigen Thierklassen sind weniger vollständig, entsprechend den damaligen Materialien, bearbeitet, namentlich finden wir verhältnissmässig nur wenig Angaben über Trilobiten. Überhaupt werden fast nur die Petrefacten der tiefern Schichten, aus der Region des Glints im St. Petersburger Gouvernement und in Estland behandelt, da Sammlungen in höhern Schichten damals erst wenig angestellt worden waren.

Die einzige abgeschlossene grössere Arbeit über die Petrefacten unseres gesammten Silurgebiets ist in der bekannten *Lethaea rossica* (anc. per. Stuttgart 1860) von Eichwald enthalten; sie ist aber wie Jeder der sich mit einschlagenden Arbeiten beschäftigt hat, wird erfahren haben, keine genügende zu nennen. Werthvolle Beobachtungen und kritische Bemerkungen (z. B. über *Asaphus expansus* u. seine Verwandten) sind mit ungenauen und oft ganz falschen Angaben derartig gemischt, dass man nur bei Anwendung der schärfsten Kritik Nutzen aus dem immerhin sehr inhaltreichen und wichtigen Werke ziehen kann. Gegenwärtig ist eine solche kritische Benutzung des Eichwald'schen Werks möglich geworden, dadurch dass die reichhaltige Eichwald'sche Sammlung die die meisten Originalien namentlich der in der *Lethaea* beschriebenen Silur-Petrefacten enthält, durch ihre gesonderte Einverleibung in das geologische Museum der St. Petersburger Universität allgemein zugänglich geworden ist. Auf Aufforderung des Directors dieser Sammlung Prof. Inostranzew habe ich selbst die Eichwald'sche Silursammlung im Geologischen Museum aufgestellt und den Originaletiketten die nöthigsten kritischen Bemerkungen beigefügt.

Es würde sich vielleicht lohnen diese Bemerkungen als Beitrag zur Nutzbarmachung der *Lethaea rossica* gesondert zu publiciren. Ich erlaube mir hier beispielsweise ein paar Curiosa aus der *Lethaea rossica* anzuführen: die Gattung *Hemiceras* p. 1049 ist auf Bruchstücke von Siphonen des *Orthoceras duplex* gegründet; *Patella mitreola* Eichw., l. c. p. 1096 t. 41 f. 20, besteht aus 2 Klappen und stellt die abgebrochene vordere Spitze (vor den Wirbeln) einer *Pleurorhynchus*-Art dar, und *Bothriocidaris exilis* Eichw. l. c. p. 656 ist nach d. Sammlung gar weiter nichts als eine Glabella des bekannten Trilobiten *Encrinurus punctatus*.

Die übrigen zahlreichen Arbeiten auf dem Gebiete der Silurischen Paläontologie behandeln nur einzelne mehr oder weniger beschränkte Gruppen von Petrefakten (namentlich auch Trilobiten) aus bestimmten Gegenden oder bestimmten Sammlungen. Ihrem Werthe nach stehen unter diesen die allgemein anerkannten schönen Arbeiten von Dr. A. v. Volborth oben an. Bei aller Anerkennung die wir für diese lehrreichen und genauen Arbeiten haben, müssen wir aber doch bemerken, dass bei ihnen das rein zoologische Moment in den Vordergrund, das paläontologisch-stratigraphische aber zurücktritt, indem auf den speciellen geognostischen Horizont und die horizontale und vertikale Verbreitung der Arten wenig eingegangen und die generelle Charakteristik vor der spezifischen ungleich bevorzugt wird. Dieser Umstand hängt mit der Art und Weise zusammen wie die Volborth'sche Sammlung entstand, die jetzt einen Schmuck unseres akademisches Museums bildet: er hat wenig selbst

gesammelt, ihm wurden nach Pawlowsk, wo er im Sommer lebte, von allen Seiten aus der dortigen Gegend Petrefakten zugetragen, die er dann sortirte und sorgfältig ausarbeitete. Auf diese Weise entstand eine sehr schöne und vollständige Sammlung aus der Umgebung von Pawlowsk, die aber nicht nach den verschiedenen Horizonten, die in den Kalksteinen der dortigen Gegend vertreten sind, geschieden wurden: ein Umstand der übrigens auch bei Pander und andern frühern Bearbeitern unsrer Silurpetrefacten der genauen spezifischen Unterscheidung störend in den Weg trat. Volborth hat seinen Arbeiten fast ausschliesslich seine eigene Sammlung zu Grunde gelegt, daher er bei Beurtheilung anderer Arbeiten, deren Originalexemplare ihm nicht vorlagen, nicht immer ganz gerecht war. Ich spiele damit auf den bekannten längere Zeit zwischen Volborth und Eichwald sich hinziehenden Streit über die Illaenen der *Lethaea rossica* an. Volborth sah sich veranlasst nach den allerdings nicht genügenden Beschreibungen und Abbildungen der zahlreichen Eichwald'schen Illaenen sie alle dem bekannten *Illaenus crassicauda Dalm.* unterzuordnen; hätte er wie ich auch die Eichwald'schen Originale studirt, so würde er wohl die Speciesrechte mancher dieser Illaenen nicht angegriffen haben, die Eichwald aus einem ungleich ausgedehnteren Gebiet (dem ganzen Estländischen und Petersburger Gouvernem.) zusammengebracht hatte als Volborth, der wie gesagt in seiner Sammlung fast nur, freilich aber in unübertrefflicher Reichhaltigkeit und Schönheit die Umgebung von Pawlowsk vertreten hatte.

Nach den Volborth'schen Arbeiten nennen wir diejenigen von Kutorga, die sich grösstentheils ebenfalls auf die weitere Umgebung von Petersburg beziehn und meist auf eigene Sammlungen sowie diejenigen der Kaiserl. mineralog. Gesellschaft gegründet sind, in deren Schriften sie auch sämmtlich publicirt sind. Unsere Specialkenntniss der Silurpetrefacten wird durch Kutorga erfreulich gefördert, die Angaben über das Vorkommen sind häufig genauer als bei Volborth, die Beschreibungen und Abbildungen aber lassen häufig viel zu wünschen übrig, so dass die Originale die den Beschreibungen zu Grunde lagen oft nur schwer aus diesen zu errathen sind, obgleich die Liebe zum Gegenstande bei den Kutorga'schen Arbeiten überall warm hervortritt und unwillkürlich persönliche Sympathie für den Verfasser erweckt.

Hier sind noch die Artikel von Lawrow einzufügen, die ebenfalls in den Verhandlungen der mineralogischen Gesellschaft erschienen sind, und genaue Beschreibungen und Abbildungen einzelner neuer Trilobiten (*Asaphus delphinus* und *Kowalewskii*) enthalten.

Die Arbeit von E. Hoffmann: «sämmtliche bis jetzt bekannten Trilobiten Russlands», in den Verhandlungen d. Mineral. Gesellsch. für 1857, besteht neben einigen werthvollen neuen Angaben grösstentheils aus einer nicht immer glücklichen Compilation aus früheren Arbeiten.

Was die palaeontologischen Arbeiten betrifft, die in den funfziger Jahren in Dorpat von Nieszkowski und mir im Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands geliefert wurden, so ist die Monographie des *Eurypterus* von Nieszkowski noch jetzt die vollständigste und genaueste Beschreibung dieses Thieres, trotz nicht begründeter Zweifel, die in

England ausgesprochen wurden in Bezug auf die Mehrzahl der beweglichen Platten an der Unterseite. Die Trilobitenmonographie von Nieszkowski aber und meine damalige Aufzählung unserer Silurpetrefacten sind Kinder ihrer Zeit. Die Arbeiten wurden mit verhältnissmässig geringem Material (ausschliesslich der Dorpater Sammlungen) und bei geringer Erfahrung ihrer Verfasser ausgeführt; immerhin steckt aber viel, wenn auch jugendlicher, Eifer und Fleiss darin, und konnten diese Arbeiten als Grundlage für weitere gründlichere und erschöpfendere Arbeiten dienen. Mit Wehmuth blicke ich auf die zahlreichen oben genannten Arbeiter im Gebiet unserer silurischen Palaeontologie zurück, wenn ich daran denke, dass von allen diesen ausser mir nur Graf Keyserling noch am Leben ist, dessen freundlichen Rath und Beistand ich während meiner wissenschaftlichen Thätigkeit so oft genossen habe, und dem die vorliegende Arbeit hoffentlieh einige Freude und Befriedigung gewähren wird.

Auf die paläontologische Litteratur auswärtiger Silurgebiete werde ich mich hier nicht näher einlassen, im Einzelnen komme ich oft genug auf dieselben zurück. Einige Arbeiten muss ich hier aber doch noch speciell erwähnen, die sich auf norddeutsche silurische Geschiebe beziehen, deren Heimath mit grosser Wahrscheinlichkeit bei uns zu suchen ist.

Zunächst die schöne und werthvolle Arbeit von Prof. F. Römer über die silurischen Geschiebe von Sadewitz bei Oels in Schlesien, Breslau 1862. Die Arbeit ist auf ein schönes Material gestützt, und liefert einen auch für uns wichtigen und reichhaltigen Beitrag zur Kenntniss der Petrefakten unserer Lyckholmer Schicht, auf welche die Sadewitzer Fossilien grösstentheils zurückzuführen sind. Trilobiten werden nicht viele besprochen. Gerade in gegenwärtiger 1ster Lieferung aber werden wir bei Gelegenheit der Gattung *Chasmops* auf die Römer'sche Arbeit zurück zu kommen haben.

Speciell den Trilobiten ist eine zweite Arbeit gewidmet: «E. Th. Steinhardt, die bis jetzt in preussischen Geschieben gefundenen Trilobiten, Königsberg 1874.» Die Arbeit ist augenscheinlich mit grosser Sorgfalt ausgeführt und enthält viele werthvolle Daten. Leider ist aber der Verfasser durch das ihm zu Gebot stehende, in vielen Fällen sehr ungenügende Material, und durch den Mangel von gut bestimmten Vergleichsexemplaren aus dem nordischen Silurgebiet, zu manchen unrichtigen Bestimmungen gekommen, die wir im Einzelnen zu erwähnen haben werden.

Eine dritte hierher gehörige Arbeit ist der Artikel von Dr. W. Dames über *Hoplolichas* und *Conolichas* in der Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch., 1878. Es ist eine eingehende und genaue Behandlung mehrerer bei uns und in norddeutschen Geschieben gefundener Lichasarten, von denen später die Rede sein wird.

Was nun speciell meine gegenwärtige Arbeit betrifft, so bin ich schon seit einigen Jahren in der glücklichen Lage, dass ich zu jeder Arbeit über unsere Silurpetrefacten das ganze überhaupt in Sammlungen vorhandene Material benutzen und bei mir vereinigen kann.

Hier in Petersburg habe ich im Museum der Akademie der Wissenschaften die, auch an unbearbeiteten Materialien überreiche Volborth'sche Sammlung; in der Universität die Eichwald'sche; im Museum des Berginstituts die Pander'sche und die Sammlung der mineralogischen Gesellschaft, die mir alle für meinen Zweck offen stehen; ausserdem die zahlreichen Vorräthe, die bei Excursionen der Professoren der Bergakademie und der Universität von ihnen und den begleitenden Studenten zusammengebracht wurden, und die mir wiederholt zur Durchsicht vorgelegen haben. In Dorpat sind mir ebenso die Universitätssammlung und die Sammlung der Dorpater Naturforschergesellschaft zugänglich, die meine eigene frühere und Nieszkowski's Sammlungen enthält und zu den neuerdings durch Vermächtniss auch die schöne Sammlung meines verehrten Dorpater Lehrers Dr. Alex. v. Schrenck hinzugekommen ist. In Reval habe ich selbst im dortigen Provincialmuseum unter den Auspicien der neugegründeten Gesellschaft für Naturkunde Estlands eine silurische Petrefactensammlung angelegt, die gegenwärtig schon die vollständigste überhaupt vorhandene Sammlung Estländischer Silurpetrefakten enthält und noch jährlich vervollständigt wird durch meine eigenen stets fortgesetzten Excursionen[1]) in diesem Silurgebiet sowohl, als durch Beiträge von verschiedenen Liebhabern. Der Grundstock zu dieser Sammlung wurde von dem Amerikanischen Consul in Reval, Mr. Stacy gelegt, der während einer Reihe von Jahren in der Umgebung der Stadt eifrigst gesammelt hatte und mir bei seinem Tode seine wohlpräparirte Collection hinterliess. Dazu kam die Sammlung des verstorbenen Baron Ungern-Sternberg zu Birkas, die namentlich für die Lyckholmer Schicht und für Odensholm von Wichtigkeit ist und schon von Eichwald vielfach benutzt wurde; weiter die Sammlung des leider jetzt ebenfalls verstorbenen Herrn G. Pahnsch, der als Lehrer in Schwarzen eine reiche Sammlung von Geschieben, namentlich der Lyckholmer Schicht, angelegt hatte, und später eine Zeitlang Conservator des Revaler Museums war, ferner Beiträge von der Familie des Herrn Landrath A. v. z. Mühlen aus Piersal, ebenfalls aus der Lyckholmer Schicht, von Fräulein M. v. Toll (jetzt Frau Prof. Dames) reichhaltige Beiträge aus dem Brandschiefer von Kuckers, von Herrn C. v. Ditmar Prachtexemplare obersilurischer Korallen aus Kerro u. s. w. Ganz neuerdings hat sich Herr Ingenieur Mickwitz mit Eifer auf das Sammeln unserer Petrefacten gelegt, was mir um so erfreuli-

---

1) Sowohl in Estland mit Unterstützung der Estländischen Ritterschaft als im Petersburger Gouvernement mit Unterstützung der bei der St. Petersburger Universität bestehenden Naturforschergesellschaft. Hier bin ich wiederholt von jüngern Fachgenossen begleitet worden, von denen ich die Herren Wenjukow, Romanowski, Sokolow, Lebedew, Kudrjawzew, besonders aber Hrn. Kolenko nennen will, der wiederholt mein Reisebegleiter war und dem ich manche schöne Stücke, namentlich das 1-ste vollständige Exemplar eines Riesen-*Asaphus* (*A. Centron Leuchtb.*) verdanke, der bis dahin nur in Bruchstücken bekannt war.

cher ist, da er in Reval wohnt, und seine ganze Thätigkeit dem dortigen Museum zu Gute kommt. Von Privatsammlungen in Estland ist die reichste jetzt die des Hrn. Baron v. d. Pahlen in Palms, speciell als Lokalsammlung für die Umgebung der Güter Palms und Wait von Werth, während Graf Keyserling's Sammlung in Raiküll, obgleich vieles aus ihr in späterer Zeit an das Revalsche und andere Museen abgegeben worden ist, für die Umgebung von Raiküll immer noch ihren Werth behält. Die schöne Sammlung des leider ebenfalls nicht mehr lebenden Hrn. v. Rosenthal, gestützt auf zwei der interessantesten Fundorte in Estland, Kirna und Herküll, wird hoffentlich bald auch in den Bestand des Revaler Museums übergehen. Eine werthvolle Sammlung aus der Umgebung von Reval und auch von anderen Orten Estlands besass früher der Gymnasiallehrer Hübner, deren in früheren Eichwaldschen Arbeiten aus den vierziger Jahren (man denke an *Metopias Hübneri*!) häufig gedacht wird. Hübner brachte seine letzte Lebenszeit in Moskau zu, wohin er auch die werthvollsten Stücke seiner Sammlung mitgenommen hatte. Nach seinem Tode kam die Sammlung in den Besitz des Dr. Auerbach, und wurde von diesem dem Museum der Petrowskischen landwirthschaftlichen Akademie vermacht, in welchem sie sich noch gegenwärtig unter der Direktion von Prof. Dr. Trautschold befindet. Prof. Trautschold ist so freundlich gewesen, mir die Trilobiten dieser Sammlung zur Benutzung herüber zu senden. Die vielen Abbildungen, die in meiner Arbeit gerade nach Hübner'schen Exemplaren ausgeführt sind, zeigen, wie wichtig diese Sammlung für meinen Zweck ist.

Ganz neuerdings haben sich als eifrige silurische Sammler Hr. General S. Plautin nebst Frau Gemahlin hervorgethan, die im Jahre 1878 bei Reval, und in den beiden letzten Jahren (1879 und 80) bei Gostilitzy im Peterb. Gouv. schöne Sammlungen gemacht haben. Die wiederholten Hinweise im nachfolgenden speciellen Theil werden erkennen lassen, wie grosse Bereicherungen unserer Petrefactenkunde wir von dieser Seite erhalten haben.

Für die in gegenwärtig vorliegenden Schrift bearbeiteten Trilobitengruppen, die Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden habe ich nun alle obenerwähnten Sammlungen genau durchgenommen[1]), so dass mir wohl kaum ein brauchbares Stück entgangen sein dürfte. Mit schwedischem Vergleichsmaterial haben mich meine Freunde Prof. Dr. G. Lindström und Dr. G. Linnarsson in Stockholm reichlich versorgt; zu gleichem Zweck, um Vergleichsmaterial zu erhalten und meine Bestimmungen zu verificiren, habe ich wiederholte Reisen in die Silurgebiete Schwedens gemacht und auch die Umgebung von Christiania, sowie England besucht, dessen Museen (Woodwardian museum in Cambridge, British Museum, Museum der geological survey und der geological society in London) ich vielfache Belehrung verdanke. Ebenso habe ich die Sammlungen nordischer silurischer Geschiebe in

1) In gleicher Weise wie für die Trilobiten habe ich schon früher bei den beiden in den Memoiren unsrer Academie erschienenen Lieferungen meiner Miscellanea silurica (1873 und 1874) alle obenerwähnten Sammlungen benutzen können, und ebenso sind dieselben für die Monographie unsrer Orthisinen (1877) meines jungen Freundes Baron Alexis v. d. Pahlen verwerthet worden.

verschiedenen deutschen Städten (Berlin, Eberswalde bei Prof. Remelé, Königsberg, Kiel, Breslau, E. Boll's Sammlungen in N. Brandenburg) mir angesehn, auch sind mir die besonders schwierigen Chasmops-Reste aus dem Berliner Museum durch Prof. Dames und dem Breslauer durch Prof. F. Römer freundlichst zur Benutzung zugesandt worden.

Zum Schluss muss ich noch der vielfachen Belehrung und Anregung und auch des nicht geringen Zuwachses an einheimischem Material gedenken, die ich meinen auswärtigen Freunden und Fachgenossen verdanke, die es mir vergönnt war mit unserem Silurgebiet bekannt zu machen. Im Jahr 1872 war Dr. Linnarsson hier, der die Beziehungen unseres Silur zum Schwedischen im Auge hatte; 1875 Prof. Dr. Dames, der die Heimath der norddeutschen Silurgeschiebe studirte und endlich im verflossenen Sommer 1880 Prof. W. Brögger aus Christiania, dem es gelang eine bis ins Einzelne gehende Vergleichung unserer Schichten *B* und *C* mit den entsprechenden norwegischen Lagern durchzuführen. Alle diese Herren waren so freundlich die von ihnen auf unsern gemeinsamen Touren gefundenen Novitäten für unser Gebiet, mir zur Verfügung zu stellen.

Wenn ich nun noch hinzufüge dass durch die Petersburger Bibliotheken die einschlagende Litteratur mir vollständig zu Gebote steht, so kann ich wohl sagen dass ich zu einer Monographie unserer Trilobiten wohl ausgerüstet bin, und man daher ziemlich hohe Anforderungen in Bezug auf Vollständigkeit und Zuverlässsigkeit an meine Arbeit zu machen berechtigt ist, denen ich nach besten Kräften zu genügen suchen werde. Freilich muss ich aber dennoch schon gleich hier meine Entschuldigung machen, dass die zu einer und derselben Art gehörenden Abbildungen nicht immer beisammen stehn, wie es wünschenswerth wäre. Es rührt daher dass die Zeichnung und der Druck der Tafeln schon im Herbst 1877 begonnen und bis jetzt fortgesetzt wurde, wobei es immer neue Materialien nachzutragen gab. Auf diese Weise gehn die Tafeln XI, XII, XV und XVI nicht in systematischer Reihenfolge fort, sondern enthalten lauter Ergänzungen und Verbesserungen zu früher erschienenen Tafeln.

Der Plan meiner Arbeit geht dahin das Hauptgewicht auf die stratigraphisch-palaeontologische Darstellung zu legen, also auf die genaue Bestimmung und Begränzung der Arten und auf ihre Variation und Verbreitung in horizontaler und vertikaler Richtung. Was ich an Beiträgen zur Organisation der Trilobiten liefern kann wird mitgetheilt werden, doch ist in dieser Beziehung in dem grossen Werk von Barrande sowie in den Arbeiten von Volborth, Salter u. a. schon so viel geschehn, dass ich mich meistens einfach auf diese meine bewährten Vorgänger berufen kann. Immerhin werde ich auch in Bezug auf die Begränzung und Gliederung der Gattungen noch manche eigene Ansicht zu vertreten haben.

In der Terminologie halte ich mich grösstentheils an Beyrich nnd F. Römer (in d. Lethaea) und lege das Hauptgewicht auf die Deutlichkeit. Manche Ausdrücke wären

wohl passender zu verändern z. B. Cephalothorax statt Kopfschild zu sagen; der letztere Ausdruck ist aber so eingebürgert, dass ich mich scheute einen andern zu gebrauchen.

Was die systematische Anordnung betrifft so halte ich mich an kein bestimmtes System, da es ja noch kein anerkanntes natürliches System der Trilobiten giebt. Zunächst folge ich der von Salter in seiner viel von mir benutzten Monographie der Britischen Silurischen Trilobiten angenommenen Reihenfolge, der ja auch Linnarsson in der Bearbeitung seiner Trilobiten aus Westgothland sich angeschlossen hat. In der Salter'schen Anordnung sind wichtige Andeutungen über die natürliche Verwandtschaft der Trilobitengattungen unter einander enthalten. Die gegenwärtig abgehandelten Gruppen der **Phacopiden**, **Cheiruriden** und **Encrinuriden** zeigen den gemeinschaftlichen Character, dass die Gesichtsnähte am Seitenrande vor den Hinterecken ausmünden. In der nächsten Lieferung sollen die **Calymeniden**, **Lichaden**, **Illaeniden** und die übrigen kleinen Gruppen abgehandelt werden, während die letzte Lieferung unserer grössten, sowohl an Arten als Individuenzahl reichsten Familie, den **Asaphiden** gewidmet bleibt, von denen ich schon jetzt bei uns gegen 40 Arten unterscheide. Die Gesammtzahl unserer Trilobiten wird sich auf ungefähr 150 Species belaufen, die meist der Unter-Silur-Formation oder Barrande's zweiter Fauna angehören. Obersilurische Formen haben wir nicht volle 20. Da Nieszkowski überhaupt einige 50, Eichwald einige 80 Arten hatte, von denen noch manche einzuziehen sind, so können wir schon jetzt einen ziemlich starken Zuwachs constatiren. Da uns die cambrischen oder primordial-silurischen Trilobiten vollkommen abgehn, so können wir es im Uebrigen, mit den länger untersuchten Silurgebieten von Böhmen, Schweden und England was die Reichhaltigkeit unserer Silurfaunen, namentlich der untersilurischen betrifft, getrost aufnehmen.

Zwar denke ich unsere sämmtlichen Trilobiten im weitern Verlauf der vorliegenden Arbeit zu behandeln, doch werde ich wohl bei solchen Arten die schon früher bei uns, namentlich von Volborth, ausführlich und genügend beschrieben sind, mich auf Auszüge und Hinweise neben genauer Diskussion der Verbreitung und etwaiger Synonymik beschränken; ich habe daher auch mit Wohlbedacht meine Arbeit **Revision** und nicht **Monographie** der ostbaltischen silurischen Trilobiten, betitelt.

Bevor wir jedoch an die specielle Betrachtung der Trilobiten gehn, bin ich gezwungen noch eine kurze geognostisch-paläontologische Uebersicht unseres Silur-Terrains in Estland, N.-Livland, Oesel und Ingermanland einzuschieben, da meine frühere Darstellung in meinen «Untersuchungen über die Silurische Formation von Estland, N.-Livland und Oesel, Dorpat 1858» schon lange nicht mehr ausreicht. Ich hoffe bald, vielleicht noch vor Beendung der Trilobitenarbeit, eine ausführlichere Darstellung unseres Silursystems mit Karten und Abbildung der wichtigsten Petrefakten im Text, wie eine solche schon lange von mir gewünscht wird, liefern zu können.

Neuerdings wurde von Prof. Grewingk in Dorpat eine neue geognostische Karte von Liv-, Est- und Curland herausgegeben, zu der ich das silurische Terrain bearbeitet habe. Diese Karte obgleich nicht alle Fundorte eingetragen sind, mag einstweilen als Erläuterung der

nachfolgenden Uebersicht und zur Orientirung für die Verbreitung der Arten im speciellen Theil dienen. Für das St. Petersburger Gouvernement muss ich auf die geognostische Karte desselben von Prof. Kutorga (1856) und die Karte von Hrn. J. Bock zu seiner Beschreibung der silurischen und devonischen Schichten des Gouvernements St. Petersburg, 1868 (russisch) verweisen, obgleich beide Karten nicht im Einklang mit meiner neuen Schichtenanordnung stehn. Bock hält sich an meine frühere Schichteneintheilung für Estland und ist daher bei meiner Arbeit immerhin gut zu gebrauchen. Kutorga hat seine eigene Eintheilung, wonach die Ablagerungen der Jewe'schen und Wesenberg'schen Schichtenzone zum Obersilur gezogen werden. Nichtsdestoweniger ist seine Karte sehr brauchbar durch ihr grosses Format, ihren klaren Druck und die genaue Angabe der Steinbrüche und natürlichen Profile.

Kurze Uebersicht der ostbaltischen silurischen Formation in Estland, N.-Livland, Oesel und im Gouvernement St. Petersburg.

In gegenwärtiger Uebersicht soll zum ersten Mal der Versuch gemacht werden eine zusammenhängende Gliederung unseres ganzen Silurgebiets zu geben, von den Ufern des Wolchow und Sjas im Osten bis Oesel im Westen, gegründet auf eigene einheitliche Untersuchung des ganzen Gebiets. Das silurische Terrain von Estland und Oesel habe ich alljährlich so oft ich nur im Lande war, neu bereist, meist mit Unterstützung der Estländischen Ritterschaft, und meine Kenntniss davon wesentlich vervollständigt, aber auch die wichtigsten Punkte des Petersburger Gouvernements habe ich in den letzten Jahren dank der Unterstützung der Petersburger Naturforschergesellschaft persönlich kennen zu lernen Gelegenheit gehabt. Dabei ist es mir eine angenehme Pflicht gleich hier zu bemerken dass die oben angeführte lange nicht genug anerkannte Arbeit von J. Bock durch die Genauigkeit ihrer Detailangaben mir ein ganz vortrefflicher Führer gewesen ist.

Meine frühere Schichteneintheilung unseres Silurgebiets[1]) bin ich leider nicht mehr im Stande vollständig festzuhalten, da ich nach meiner jetzigen Anschauung manche früher zusammengefasste Schichten trennen muss, während wieder andere früher getrennte jetzt einen nähern Zusammenhang zeigen. Namentlich musste auch die kartographische Darstellung und Bezeichnung der Schichten verändert werden, da ich jetzt im Stande bin auch die tiefern Schichten des Glints auf der Karte anzugeben, während die früheren Schichtenzonen von 1—8 erst mit dem obern Rande des Glints begannen. Ich habe daher die erwähnte

1) Um Wiederholungen zu vermeiden will ich schon hier bemerken, dass ich um mich kürzer fassen zu können die Kenntniss meiner obenerwähnten frühern Arbeit voraussetze, deren Angaben im Folgenden nur in manchen Punkten ergänzt und berichtigt werden sollen.

Bezeichnung mit Ziffern aufgegeben und dafür die Bezeichnung mit Buchstaben, von A—K, gewählt, die mit ihren Unterabtheilungen die ganze Reihenfolge unserer Silurschichten darstellen. Im Folgenden stelle ich nun die neuen Abtheilungen mit den frühern zur bessern Orientirung zusammen.

Primordial-Silur oder Cambrisch.

A. 1. Blauer Thon.
2. Ungulitensand.
3. Dictyonemaschiefer.

Untersilur (im Sinne Murchison's).

B. 1. Glauconitsand.
2. Glauconitkalk.
3. Vaginaten- oder Orthocerenkalk.

		Alte Eintheilung.
C.	1. Echinosphaeritenkalk	Zone 1
	2. Kuckersche Schicht (Brandschiefer)	» 1a
	3. Itfersche Schicht.	
D.	Jewesche Schicht zerfällt im Westen in: 1. Eigentl. Jewesche Schicht 2. Kegelsche Schicht 3. Wassalem'sche Schicht (Hemicosmitenkalk)	» 1b
E.	Wesenbergsche Schicht	» 2
F.	1. Lyckholmsche Schicht	» 2a
	2. Borkholmsche Schicht	» 3

Obersilur (im Sinne Murchison's).

G.	1. Jördensche Schicht 2. Borealis-Bank	» 4
	3. Raiküllsche Schicht	» 5
H.	Estonus Schicht	» 6
I.	Untere Oeselsche Schicht	» 7
K.	Obere Oeselsche Schicht	» 8

In der Gruppe A habe ich unsere ältesten Schichten zusammengefasst, die ich in Uebereinstimmung mit den Schwedischen Geologen (namentlich Linnarsson) als der primordialen Schichtengruppe Barrande's (C) oder der Cambrischen Formation im Sinne wieder der schwedischen Geologen gleichstehend ansehe, worüber ich mich weiter unten etwas ausführlicher auslassen werde. Die Unterabtheilungen von A sind durch verschiedene Wechsellagerungen mit einander verbunden, während ihre Scheidung von der nächsten Gruppe B eine vollkommen scharfe ist. Ebenso bilden die unter B vereinigten Schichten eine näher zusammengehörige Gruppe, die sich von den oberen Glintschichten (C, dem Echinosphaeritenkalk) ihren organischen Resten nach wesentlich unterscheidet. Die von mir auf der Karte angegebenen Schichtenzonen A und B bilden nun eine wesentliche Bereicherung derselben, da ich früher mit der Schicht 1 (jetzt C) nur die obersten Glintschichten bezeichnete, die allerdings weiter landeinwärts reichen und einen grösseren Raum auf der Karte einnehmen, als die nur stellenweise, wo der Glint in mehren Terrassen abfällt, in ganz schmalen Streifen auftretenden Zonen A und B. Nur im SW von Petersburg nimmt die Zone A einen grösseren Raum auf der Karte ein. Die übrigen Veränderungen auf der Karte bedürfen vorläufig keiner besonderen Erläuterung und wir gehen daher zur Charakterisirung der einzelnen Schichten, und zwar zunächst derjenigen des Glints über, die in den Schichtengruppen A, B und C enthalten sind.

Unter Glint verstehen wir die schroff abgebrochene Stufe, in der die untersten genannten Glieder unserer Silurformation zu Tage ausgehen. Der Glint zieht sich an der N-Gränze unserer Formation vom westlichen Estland (Baltischport) bis zur Ostgränze von Ingermanland. Längs der N-Küste von Estland ist er häufig ais reines Profil entwickelt, an dem die einzelnen Schichten sich deutlich unterscheiden lassen. In Ingermannland dagegen tritt die Glintstufe weiter ins Land zurück und erscheint meist nur als bewachsener Abhang, dessen geognostischer Bau an den zahlreichen Flusseinschnitten sich aber in hinlänglicher Deutlichkeit erkennen lässt.

Zur mineralogisch-chemischen Charakteristik der Glintschichten in Estland hat A. Kupffer (Ueber die chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten, im Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands Ser. I, Bd. 5, p. 69 ff. Dorpat 1870) eine werthvolle Darstellung geliefert, auf die wir, was die tiefern unter dem Kalk gelegenen Schichten betrifft, als vollkommen genau hinweisen können. Die Kalkschichten müssen aber, wie schon oben angedeutet, neu gruppirt werden. Kupffer hat, meiner frühern Eintheilung folgend, wie Bock nur Orthoceren- oder Vaginatenkalk und Glauconitkalk angenommen, während wir jetzt Echinosphaeriten, Orthoceren- und Glauconitkalk unterscheiden. Der Orthoceren- oder Vaginatenkalk beider Verfasser gehört zum grossen Theil zum Echinosphaeritenkalk, während der eigentliche Vaginatenkalk von ihnen meistentheils dem Glanconitkalk untergeordnet wird, zu dem er auch in nächster Beziehung steht.

Primordialsilurische oder Cambrische Formation.

Schichtengruppe A.

1. Blauer Thon.

Der blaue Thon tritt in der Regel nur am untern Rande des Glints auf und erscheint nicht auf den Niederungen am Fuss desselben auf der Oberfläche. Nur in der Nähe von Peterhof und Oranienbaum tritt er in grösserer Entfernung vom Glint zu Tage und in Petersburg selbst in einer Entfernung von 15 bis 20 Werst vom nächsten Glint ist er bei Anlage des bekannten artesischen Brunnens[1]) in dem Hof der Expedition der Staatspapiere in einer Tiefe von über 80 F. unter Glacialschichten und Anschwemmungen des Newadelta's erbohrt worden. In Estland zeigten die flachen Halbinseln unter dem Glint (wie bei Palms und Kolk) bisher nur neuere Schichten; der silurische Thon findet sich ausschliesslich am unmittelbaren Fuss des Glints; es besteht also daselbst eine aus älterer Zeit herrührende mächtige Denudation die zum Theil mit Quartärbildungen ausgefüllt ist.

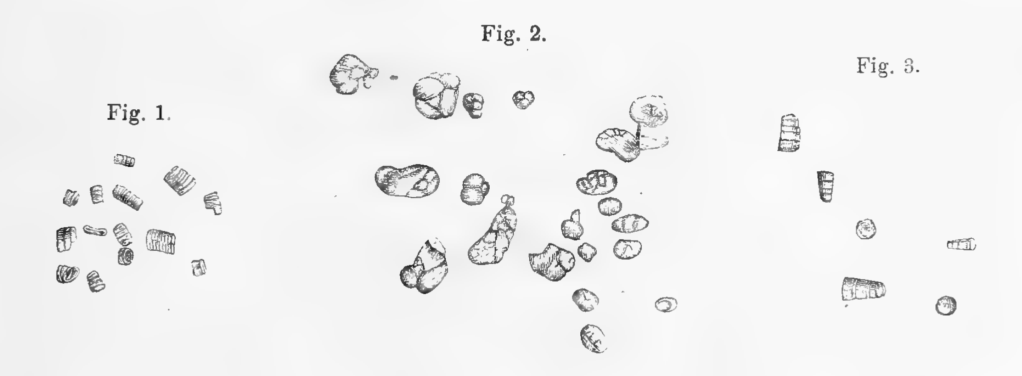
Der blaue Thon ist seinem äussern Ansehn nach recht gleichmässig; er ist feucht sehr plastisch und zerbröckelt trocken in kleine eckige Stückchen ohne deutliche Schichtung, die nur durch häufig eingelagerte dünne Sandschichten erkennbar wird. Wie die Bohrungen ergeben haben erreicht er eine bedeutende Mächtigkeit (bis 300 F. im Petersburger Bohrloch). Nach unten folgen wie das erwähnte Bohrloch gezeigt hat wieder Sandschichten, die endlich immer mit Thon wechselnd in einer Tiefe von 657 F. (von denen 88 F. auf quartäre Bildungen kommen) auf dem finnischen Granit auflagern. Auch nach oben geht der blaue Thon durch mächtiger werdende Sandschichten allmählig in den sogenannten Ungulitensand über, ohne dass man eine scharfe Gränze angeben könnte. Nur an wenigen Punkten, wie z. B. an der Tosna bei Nikolskoje, an dem von Kutorga auf seiner Karte abgebildeten Profil, lässt sich eine scharfe Scheidung zwischen beiden Schichtenabtheilungen erkennen. An der Estländischen N.-Küste finden wir den blauen Thon weit verbreitet, so bei Peuthof, Chudleigh, Ontika und namentlich am Thaleinschnitte des Kundaschen Bachs, aber immer mit zahlreichen Sandsteinschichten durchsetzt, die nur in der Tiefe einem mächtigern Thonlager Platz machen. Weiter im Westen, bei Reval lassen sich nur die obern dem Sandstein untergeordneten Thonschichten noch am Fusse des Glints erkennen, während die Hauptmasse des Thons im Bohrloch bei der Westbatterie erbohrt wurde.

An organischen Resten hat sich der blaue Thon bisher sehr arm erwiesen, da keinerlei deutlich charakterisirbare Reste in ihm gefunden wurden. Durch Ausschlämmen haben Pander und Volborth die räthselhaften Platysoleniten (F. 1) in den obern Thonschichten an mehren Orten nachgewiesen; es sind flache kaum über einen Mm. lange plattgedrückte

---

1) Helmersen, Bulletin de l'Académ. St. Pétersb. T. VIII, p. 185 ff., (1865).

Röhrchen, bisweilen deutlich gegliedert, woraus man schliessen könnte dass wir es mit zusammengedrückten Cystideenstielen, die ja oft ein weites Lumen besitzen, zu thun haben. In den Thonen des St. Petersburger Bohrlochs fand Volborth keine Platysoleniten, was ihn schon geneigt machte an der silurischen Natur dieser Thone zu zweifeln. Ich meine die Sache so zu erklären, dass die Platysoleniten eben nur an der obern Gränze des blauen Thons, wo dieser in den Ungulitensandstein übergeht, vorkommen. Weiter hat Volborth in ähnlichen obern Schichten des blauen Thons und namentlich in thonigen Zwischenschichten des untern Ungulitensandsteins (so bei Reval) kleine bis 5 mm. lange und an der Basis 2 mm. breite conische gekammerte Körper gefunden, die er nach allen ihren Charakteren für nichts anders als kleine Orthoceren (F. 3) ansprechen zu müssen glaubte. Die einzelnen Kammern sind deutlich geschieden; sie haben einen deutlichen feinen centralen Sipho und sind wie bei ächten Orthoceren concav nach der Mündung, convex nach der Spitze zu. Von einer Schaale hat sich nichts erhalten.


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Weiter kommen im blauen Thon deutliche Reste von Algen vor (*Laminarites antiquissimus Eichw.* und *Chondrites antiquus Eichw.*) die stellenweise sehr zahlreich sind und endlich grüne zu verschiedenen Agglomeraten verbundene Körner, die denen des Grünsandes ähnlich sehn und gleich diesen vielleicht, wie das Ehrenberg zuerst ausgesprochen hat, auf Kerne von Polythalamien (F. 2) zurückzuführen sind. Zuerst wies Pander und nach ihm Bock diese grünen Körner im blauen Thon von Koporje nach; später habe ich sie in grosser Menge am Fusse des Glints bei Peuthof und Ontika gefunden, wo sie namentlich einzelne sehr dünne sandige Zwischenschichten vollkommen erfüllen und ihnen eine dunkelgrüne Farbe verleihen.

Als ich im Jahr 1872 die Wechsellagerungen des blauen Thons und Sandsteins am Kundaschen Bach mit Dr. G. Linnarsson gemeinschaftlich untersuchte, machte er mich auf einzelne pseudoorganische Abgüsse auf der untern Fläche der Sandsteinschichten aufmerksam die mit ähnlichen von ihm früher beschriebenen Formen aus dem schwedischen Eophytonsandstein grosse Aehnlichkeit haben.

2. Ungulitensand.

Der Ungulitensand lässt sich als ein mächtiges Lager aus meist lockern gelblichen Sandsteinschichten mit dünnen Thonlagern wechselnd am Fusse des ganzen Glints vom Wolchow bis zur Baltischporter Halbinsel verfolgen. Feste Schichten, die dann mit Nutzen zu Schleifsteinen verarbeitet werden, kommen nur stellweise, namentlich im untern Theil des ganzen Schichtencomplexes, so namentlich bei Malla und bei Maart (unweit Reval) vor, an vielen Stellen lassen sich an der Oberfläche der Schichten deutliche Wellenspuren (ripple marks) erkennen, ein Zeichen dass die Schichten sich an einer Küste auf seichtem Boden ablagerten. Die Mächtigkeit des Ungulitensandes schwankt im Petersburger Gouvernement nach Bock zwischen 5 (Popowka) und 20 Meter (Wolchow); in Estland hat Kupffer bis 17 Meter gemessen (Karja orro bei Ontika). Die untern Schichten sind vollkommen petrefaktenleer (bis auf die obenerwähnten stellweis gefundenen kleinen Orthoceren), nahe am obern Rande des Ungulitensandes liegt nun aber die eigentliche $\frac{1}{2}$ bis 3 Fuss mächtige Ungulitenschicht, die aus dicht zusammengehäuften meist zerbrochenen Muschelschaalen besteht, deren wir jetzt schon 5 bis 6 Gattungen kennen, die alle wie *Lingula* und *Discina* die Eigenthümlichkeit haben, dass ihre Schaalen aus phosphorsaurem Kalk bestehn und ihre ursprüngliche Farbe und Glanz beibehalten haben. Sie finden sich entweder im lockeren Sande angehäuft, bisweilen in diagonaler Schichtung, oder sie sind zu festen Schichten cementirt. Ganze Exemplare mit beiden Schaalen sind kaum gefunden. Die grosse Häufigkeit dieser Muscheln hat wiederholt den Wunsch rege gemacht sie auch technisch als Düngmittel zu verwerthen, die geringe Mächtigkeit aber und die Schwierigkeit der Gewinnung haben es bei vorläufigen Versuchen bewenden lassen.

Die häufigste Muschel ist der *Obolus Apollinis Eichw.*, der besonders schön bei Jamburg und bei Ilgast (im Jeglechtschen Kirchspiel Estlands) vorkommt. In der Mitte des Estländischen Glints, bei Ontika, Isenhof, Asserien herrscht die *Schmidtia celata Volb.* vor. Die *Keyserlingia Pand.* und *Helmersenia Pand.* sind seltner und vorzüglich in Ingermanland gefunden. Letztere Form erscheint am Wolchow gegenüber Staraja-Ladoga früher als die übrigen Arten, wie Bock nachgewiesen hat, und ich bestätigen kann. Zuweilen trifft man in der eigentlichen Ungulitenschicht flache runde Gerölle eines festen grauen Sandsteins der aus den tiefern petrefaktenleeren Schichtenlagen des Ungulitensandes herstammen möchte. Häufig findet sich an der obern Gränze der Schicht, nach dem Dictyonemaschiefer zu eine dünne, bis wenige Zoll mächtige Schwefelkiesschicht (oder vielmehr Sandstein von Schwefelkies durchzogen), die bisweilen auch noch von Ungulitenschaalen erfüllt ist.

Auf der Baltischporter Halbinsel zwischen Leetz und Pakerort traf ich im Meeresniveau eine solche Platte aus Markasit-Sandstein mit deutlichen Wellenspuren, die auf dem festen Material besonders schön hervortraten.

---

1) Linnarsson nennt namentlich *Cruziana dispar* Linn. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1873, p. 690).

Meistentheils erscheint allerdings der Ungulitensand wie der blaue Thon am Fusse des Glints oder an Thaleinschnitten; an einigen Stellen der Estländischen Küste kommt er aber auch als selbstständige Sandsteinterrasse unterschieden von der obern Kalksteinterrasse vor, so namentlich unter Malla, zwischen Kunda und Tolsburg, zwischen Asserien und Alt-Isenhof, bei Maart und bei Surrup. An solchen Stellen sind es vorzüglich die untern festern Schichten, die die Oberfläche der Stufe bilden

3. Dictyonemaschiefer.

Der Dictyonemaschiefer besteht meist aus dünnen bituminösen roth- oder schwarzbraunen Schieferthonplatten. Seine Mächtigkeit variirt sehr. Während er bei Narva sich vollständig auskeilt, erreicht er bei Koporje nach Bock 6 Meter und bei Baltischport nach Kupffer 4,8 Met. Mächtigkeit. In Estland nimmt er im Allgemeinen von O. nach W. an Mächtigkeit zu.

Nach Kupffer enthält er bis 22% flüchtige Bestandtheile. Seine Zusammensetzung ist nach Kupffer abgesehn vom starken Bitumengehalt der des blauen Thons sehr ähnlich. Damit stimmt sehr wohl der Umstand dass unter der Hauptmasse des Schiefers sich meist mehr oder weniger zahlreiche dünne Schieferlager im obern oder ächten Ungulitensandstein finden, die durch Abnahme des Bitumens und plastische Beschaffenheit nach unten zu allmählig in die graugefärbten obenerwähnten thonigen Zwischenschichten des untern Ungulitensandes übergehn. Als häufige Einschlüsse sind zu nennen Knollen von Schwefelkies und Drusen von Dolomitpseudomorphosen nach Calcit (früher als Anthraconitknollen bezeichnet). Diese Drusen mehr im östlichen Estland und in Ingermanland vorkommend, finden sich oft isolirt und abgerollt als Geschiebe am Fuss des Glints und haben schon oft Veranlassung zur Verwechslung mit fossilen Schwämmen gegeben. Im Zusammenhang mit dem häufigen Vorkommen von Schwefelkies stehen auch die nicht seltenen Aufläge von Gypskrystallen auf den Schichten des Schiefers, die bisweilen zu einige Millimeter starken Rinden anwachsen.

Das charakteristische Fossil des Dictyonemaschiefers ist die *Dictyonema flabelliforme* Eichw. sp. (wohl identisch mit *D. graptolithinum Kjerulf*); sie kommt zwar in Spuren im ganzen Gebiet vor, ist aber am schönsten in den tiefern mit Ungulitensand wechselnden Bändern des Schiefers bei Nömmewesk am Walgejöggi unweit Palms und an beiden Seiten der Baltischporter Halbinsel gefunden worden. Mit dem Dictyonema kommen zahlreiche ächte Graptolithen vor, die auf manchen Flächen in ungeheurer Menge übereinanderliegend zu erkennen sind, so dass wir Grund haben anzunehmen dass sowohl das Bitumen des Schiefers als auch namentlich sein Stickstoffgehalt (S. Kupffer l. c. p. 121) auf diese Graptolithen zurückzuführen sind. Leider sind sie meist so schlecht erhalten (wenn sie überhaupt zu erkennen sind, was meistentheils nicht der Fall ist) dass eine genaue Bestimmung noch nicht hat stattfinden können.

Der beistehende Holzschnitt zeigt, dass sowohl einfach gesägte Stücke als auch zweischenklige in einem stumpfen Winkel verbundene Exemplare vorkommen; die letztern stimmen überein mit *Bryograptus Kjerulfi* Lapw. (*G. tenuis* in Kjerulf's Veiviser ved geologiska excursioner i Christiania omegn p. 3 f. 6 c.). Auch auf der Kjerulf'schen Abbildung sieht man wie auf unsrer Figur 4 isolirte Zweigstücke mit Einseitiger Zellenreihe; diese Stücke zeigen sehr undichte fast isolirte dreieckige Zellen, die in eine feine Haarspitze auslaufen. Wir dürfen hier nicht an *Monograptus* denken (der obersilurisch ist), sondern nur an isolirte Zweige ästiger Formen, die sich bei uns leider nicht vollständig erhalten haben. Das abgebildete Stück stammt von einer Entblössung bei der Nicolaimühle am Isenhofschen Bach zwischen Neu- und Alt-Isenhof und gehört dem Dorpater Universitätsmuseum an. Ausserdem sind erkennbare Graptolithen, aber immer nur als isolirte Zweige an den oben für Dictyonema genannten Punkten Baltischport und Nömmewesk (am Walgejöggi unweit Palms) gefunden; an letzterem Ort heben sich die dunkeln Graptolithen deutlich ab von dem hier hellen Schieferthon. Meine frühern Angaben über die Graptolithen des Schiefers beruhen auf unrichtiger Bestimmung. Ausser Graptolithen kommen in tiefern Lagen des Schiefers noch stellweise Unguliten und nach Bock auch Conodonten vor.

Fig. 4.

Der Dictyonemaschiefer stimmt vollständig mit dem schwedischen Dictyonemaschiefer überein, wie er an der obern Gränze des primordialen Olenusschiefers in Ostgotland und Schonen vorkommt (s. auch Linnarsson antekningar från en resa i Skånes silurtracter i geologiska föreningens förh. B. II p. 274, 282 — 1875). Ebenso stimmt auch der norwegische Dictyonemaschiefer mit *D. norwegicum* und *graptolithinum* die beide nach Dr. Brögger mit unsrer Art zusammenfallen. Dictyonemaschiefer (begleitet von *Obolus* und *Lingula*) folgt auch in Bornholm auf den Olenusschiefer und wird direct von Orthocerenkalk bedeckt (s. Johnstrup in oversigt over de palaeozoiske dannelser paa Bornholm i II-te skandinaviske Naturforskermöde i Kjöbenhavn 1873 p. 303). Ebenso folgt in England in den Malvern hill's Dictyonemaschiefer auf den jüngsten Olenusschiefer (s. Törnquist, berättelse om en resa i England, Wales och Skotland in Kongl. svenska Vetensk. akadem. förhandl. 1879 p. 66). Er bildet überall den Schlussstein des Olenusschiefers, oder der Lingula flags (Festiniog group), des jüngsten Gliedes der Primordialsilurischen Bildungen. Daraus schliessen wir, dass er auch bei uns mit den unter ihm liegenden tiefern Gliedern der Gruppe A zur Primordialsilurischen Formation gehört. Man hat unsern blauen Thon und Unguliten-sandstein vielfach nicht als primordial anerkennen wollen, weil ihm die typischen primordialen Trilobiten fehlen; die Lagerungsverhältnisse sind aber derart dass wir den Unguliten-sand und blauen Thon als (wahrscheinlich Küsten-) Aequivalente zunächst der schwedischen Primordial- oder cambrischen Schichten ansehn müssen. Weiter machte schon Linnarsson auf die grosse Aehnlichkeit aufmerksam die zwischen den untern festern Gliedern des Ungulitensandes und dem schwedischen Fucoidensandstein besteht. Endlich finden wir den Hauptbeweis für die Identität unsres Dictyonemaschiefers mit dem scandinavischen in der

vollständigen Uebereinstimmung der auf denselben folgenden Schichtenreihe bei uns und im östlichen Schweden (Oeland und Ostgotland) wie ebenfalls schon Linnarsson hervorgehoben hat.

Untersilurformation.

Schichtengruppe B.

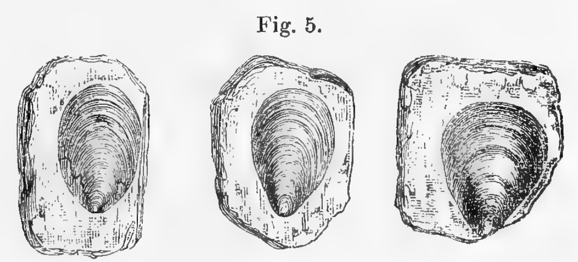
1. Glauconitsand. B_1

Der Glauconitsand ist ebenso wie der Dictyonemaschiefer von sehr verschiedener Mächtigkeit; im Ganzen nimmt er nach W. an Mächtigkeit zu, obgleich auch er bei Narva auf ein Minimum von 0,02 M. (nach Kupffer, 0,12 M. nach Bock) sich zusammenzieht, während er östlich bei Koporje 1,1 M. und westlich bei Baltischport nach Kupffer 4,1 M. Mächtigkeit erreicht. Er besteht aus dicht gehäuften Glauconitkörnern mit sandigem oder thonigen Bindemittel; nach oben wird das Bindemittel kalkig und durch Verschwinden des Sandes und Zunahme des Kalks wird der Glauconitsand zum Glauconitkalk. Die grünen Körner sind wiederholt näher untersucht und wie schon früher erwähnt von Ehrenberg für Steinkerne von Polythalamien erkannt worden. Er hat mehre Gattungen (*Panderella*, *Tiedemannia* u. s. w.) unterschieden nach Materialien die ihm Pander geliefert und in den Monatsberichten der Berliner Akademie 1861 p. 444 ff. beschrieben und abgebildet. Bock hat in seiner Arbeit (p. 84) mehre der Ehrenberg'schen Arten von Neuem nachgewiesen.

Auch die vielbesprochenen Pander'schen Conodonten sind zuerst in den thonigen Parthien des Glauconitsandes, die häufig dessen unteres Niveau bilden, gefunden worden; später freilich auch in besonderen Formen in allen höhern silurischen Mergelschichten.

Von andern Petrefakten sind namentlich im Westen unseres Gebiets auf der Baltischporter Halbinsel und östlich davon bei Fall (anderweitig finden sich meist nur undeutliche Trümmer) als charakteristisch für den Glauconitsand der *Obolus siluricus* Eichw. gefunden worden, der wahrscheinlich einer besondern Gattung zuzutheilen ist; ausserdem noch eine *Lingula* (Fig. 5 die kaum von *L. Davisi* M. Coy zu unterscheiden ist) und eine *Siphonotreta*.

Fig. 5.



Lingula cf. *Davisi* M. Coy aus dem Glauconitsande von Leetz bei Baltischport.

Von Trilobiten und andern Brachiopoden ist im eigentlichen Glauconitsande bei uns keine

Spur; diese beginnen erst in den ganz ähnlich gefärbten tiefsten Schichten des Glauconitkalkes.

In Schweden habe ich Spuren des Glauconitsandes bei Berg in Ostgotland gesehn und Linnarsson führt ihn von der W-Küste Oelands auf (geologiska iaktagelser under en resa på Öland, in geologiska föreningens i Stockholm förhandl. 1876 Bd. III p. 77). Er hat in ihm Trilobiten des Westgotländischen Ceratopygekalks gefunden mit dem er ihn folglich parallelisirt, und auch Dr. W. Brögger hat sich bei seiner Anwesenheit bei uns, wiederholt bemüht im Glauconitsande Trilobiten aufzufinden, da auch er von dem stratigraphischen Parallelismus des Glauconitsandes und des scandinavischen (namentlich auch norwegischen) Ceratopygekalks überzeugt war. Törnquist in seinem oben citirten Reisebericht p. 67 stellt den Ceratopygekalk dem englischen Tremadoc gleich, wie auch schon Linnarsson (Vestergötlands Kambriska och siluriska aflagringar p. 14) 1869 gethan hat.

2. Glauconitkalk. B_2

Der Glauconitkalk zieht sich ebenfalls in grosser Regelmässigkeit durch das ganze Gebiet. Seine durchschnittliche Mächtigkeit beträgt 3 — 4 M., aber im Osten, am Wolchow, wächst diese Mächtigkeit bis gegen 10 Meter, was mit seiner unbestimmten Gränze nach oben, zum Vaginakenkalk zusammenhängt. Wie schon früher gesagt, sind die tiefsten Schichten ganz dunkelgrün durch die überwiegende Masse der Glauconitkörner (hier hätten wir noch nach den Trilobiten des Ceratopygakalks zu suchen): diese Schichten sind bisweilen ganz erfüllt von Algen, die sich in Abgüssen erhalten haben. Höher hinauf sind die Schichten grau oder röthlich mit meist grossen (bis 2 mm.) eingesprengten Körnern (die namentlich im rothen Gestein auch fehlen können), die, wenn sie durch Salzsäure aus dem Gestein gelöst werden, oft recht regelmässige Formen zeigen, die den obenerwähnten Ehrenbergschen Polythalamien und kleinen Pteropoden entsprechen. Diese unteren rothen und grauen Schichten des Glauconitkalks sind meist in dicke bis 1 F. mächtige Bänke geschichtet, die einen guten Baustein liefern, die am Wolchow und in den Putilowschen Brüchen südlich vom Ladoga in ausgedehnten Steinbrüchen gewonnen werden. Der charakteristische Trilobit dieser unteren Schichten ist *Megalaspis planilimbata* Ang., der auch in Schweden in dem entsprechenden Lager vorkommt; ausserdem fanden sich bei Baltischport *Megalasp. limbata* Ang., eine Niobe und ein Ampyx. Orthoceren finden sich bei Baltischport nur in seltenen undeutlichen Bruchstücken, die zu *O. commune* Wahlb. zu gehören scheinen. Gasteropoden gar nicht. An Brachiopoden *Orthis callactis* Dalm., *extensa* Pand., *parva* Pand., *obtusa* Pand. und *Orthisina plana* Pand. Höher hinauf werden die Schichten des Glauconitkalkes dünner, weniger fest; es finden sich zahlreiche dünne Zwischenschichten von Mergeln ein; die Glauconitkörner sind kleiner, nicht mehr gleichmässig in der ganzen Masse vertheilt, sondern in einzelnen oft stylolithenartigen Parthien und Concretionen gehäuft. Dieses obere Glied des Glauconitkalkes ist besonders am Wolchow bei Iswos vortrefflich aufgeschlossen: hier ist die wahre Heimath des ächten *Asaphus expansus* Dalm., der

auch in Norwegen nach Brögger's Mittheilung in einem besonderen schiefrigen Niveau, dem unter dem Orthocerenkalk gelegenen *Asaphus*schiefer zu Hause ist. Auch weiter westlich bei Lapuchinka (W. v. Petersburg) habe ich das Lager des *A. expansus* unter dem Orthocerenkalk und über dem eigentlichen massiven Glauconitkalk nachweisen können. In Estland ist er nirgends häufig; doch habe ich ihn im entsprechenden obern Niveau des Glauconitkalks bei Nömmewesk unweit Palms und am Isenhofschen Bach gefunden. Am Wolchow sind die ziemlich lockern Asaphusschichten sehr reich auch an anderen Trilobiten, namentlich Asaphiden: *A. raniceps* Dalm., *Ptychopyge angustifrons* Dalm., *Megalaspis acuticauda* Ang., *M. centron* H. v. Leucht., *Illaenus Wahlenbergi*, Eichw., *Phacops sclerops*, *Cheirurus clavifrons*, *ingricus* u. a.; an Brachiopoden die oben genannten Arten nebst *Orthisina ingrica* Pehlen, *Porambonites reticulata* und *intercedens*, *Pseudocrania sp.*; viele Cystideen wie *Glyptocystites giganteus*, *Echinoencrinites angulatus* u. *striatus*, der seltene *Mesites Pusyrewskii* u. a.; es beginnen schon Chaetetiden wie kleine unregelmässige Formen von *Chaet. petropolitana* und *Chaet. annulata* Eichw.; Bryozoen, wie Formen von *Coscinium* und in Menge die räthselhaften Bolboporiten. In Estland bestehn die obersten Schichten des Glauconitkalks bisweilen aus einem sehr feinkörnigen weissen Gestein, in dem zarte Formen wie *Conularia Buchii* Eichw., *Siphonotreta verrucosa* Eichw. und *Acritis antiquissima* Eichw. sp. sehr schön erhalten vorkommen.

3. Vaginatenkalk. B_3

Der Vaginaten- oder typische scandinavisch-russische Orthocerenkalk lässt sich gleichfalls durch das ganze Gebiet als constante Schicht verfolgen, ist aber nicht immer von der vorigen Etage scharf geschieden. Ebenso ist er nicht überall durch das massenhafte Vorkommen von *Orthoceras commune* Wahlb. (z. Th. *duplex auct.*) und *vaginatum Schl.* charakterisirt, dem er seinen Namen verdankt. In einem grossen Theil des Gebiets ist seine obere Gränze gegen den Glauconitkalk durch das zahlreiche Vorkommen von Phosphoritknollen bezeichnet, die von Reval nach W. als unregelmässige grössere platte oder eckige kalkige Concrestionen erscheinen, im Osten aber als kleine braune Thoneisenstein-Linsen auftreten, die das ganze Gestein erfüllen; da diese Linsen namentlich in Estland auch am Grunde der nächst höheren Schicht, des Echinosphaeritenkalks, auftreten, so sind sie für sich allein (ohne Petrefakten) nicht zur Bestimmung eines geologischen Horizonts zu gebrauchen. Ich hatte sie früher für Kerne von kleinen Leperditien gehalten und daher von einer Leperditienschicht gesprochen. Bock (l. c. p. 12) weist zuerst nach, dass diese vermeintlichen Leperditien concentrisch schalige Thoneisenstein-Linsen sind, was später von Lagorio ausführlicher dargelegt wurde. Nach der Analyse von Kupffer (l. c. p. 144) enthalten diese Linsen bis gegen 3% Phosphorsäure. Die grössten kalkigen Concretionen der Gegend westlich von Reval weisen aber nach demselben Autor (l. c. p. 135) bis 19% PO_5 auf. Diese Revalschen Knollen wurden auch von Linnarsson als entsprechend den im

gleichen Niveau in Schweden vorkommenden Phosphoritknollen erklärt, während Brögger auch die Thoneisenstein-Linsen als aequivalente gleichaltrige phosphorsäurehaltige Bildungen seiner Heimath erkannte. Eine technische Verwerthung dieser Linsenschicht, die bis 3 Fuss bei uns mächtig wird, ist bei uns bisher nicht versucht worden.

Die Mächtigkeit und der palaeontologische wie petrographische Charakter des Vaginatenkalks sind sehr verschieden; es hält schwer, ganz allgemein in ihm verbreitete Leitmuscheln aufzustellen, da auch die oben genannten Orthoceren nicht überall vorkommen und seine Gränze gegen die oberen Schichten des Glauconitkalks namentlich im Osten keine scharfe ist. Als weit verbreitete Leit-Formen kann man ausser den obengenannten Orthoceren noch etwa *Amphion Fischeri* Eichw., *Megalaspis longicauda* Leucht., (*multiradiata* Ang.), *Ptychopyge globifrons* Eichw. (*Asaph. raniceps* Nieszk), *Etuites lamellosus* His. (*convolvens auct.*) *Euomphalus qualteriatus* Schl. (*Pleurotomaria obvallata* Wahlb.), *Pseudocrania antiquissima* Eichw., *Rhynchonella nucella* Dalm. und *Orthisina concava* Pahlen auffallen.

Am Wolchow und Sjas fehlt die im Westen und in Schweden so charakteristische Anhäufung grosser Orthoceren. Bei Koltschanowo am Sjas liegt unter devonischen Sandsteinen im Niveau des Flusses ein röthlicher lockerer Kalk mit *Orthoceras vaginatum*, *Asaphus expansus*, *Ptychopyge angustifrons*, *Cheirurus clavifrons*, *Ampyx nasutus*, der also in seiner Fauna keine deutliche Scheidung vom obern Glauconitkalk zeigt. Ebenso kommen am Wolchow bei Iswos, wo die Schicht mit *Asaphus expansus* besonders reich ist, die eigentlichen Orthocerenlager nicht vor. Ein lockerer mergelartiger Kalk von Thoneisen-Linsen und Schnüren durchzogen enthält hier in den obersten Schichten (über dem Asaphuslager) häufig *Amphion Fischeri*, *Ampyx nasutus*, auch wohl *Megalaspis heros* Ang., *Rhynchonella nucella*, seltener *Orthoceras vaginatum*. Weiter oberhalb bei der Glasfabrik zwischen den grossen Brüchen von Iswos und Dubowiki, deren ersterer grösstentheils dem Glauconitkalk, der letztere dem Echinosphaeritenkalk angehört, traf ich im Niveau des Flusses eine kleine Entblössung mit typischen Petrefakten des Orthocerenkalks: ausser *O. vaginatum* noch *Amphion Fischeri*, *Lichas celorhin* Ang., *Rhynchonella nucella*, *Orthisina concava* und die grosse Form von *plana*. *Amphion Fischeri* wurde auch oberhalb bis Dubowiki selbst, dessen Steinbrüche höher am Abhange liegen, im Niveau des Flusses wiederholt gefunden.

Südlich von Petersburg, um Pawlowsk beginnt schon der typische Orthocerenkalk, hier sieht man im Steinbruch bei Ontolowa die grossen Exemplare von *Orthoc. commune* und *vaginatum* in allen Richtungen im Gestein liegen und ebenso treten sie in der bekannten Entblössung an der Popowka zwischen Päselewa und Popowa deutlich hervor. Weiter nach W. lässt sich der typische Orthocerenkalk bei Ropscha, Gostilizy, Lapuchinka und Koporje deutlich erkennen, wo er überall ein durch die häufigen bei den leitenden Orthoceren scharf markirtes Niveau gegenüber dem ihm auflagernden Echinosphaeritenkalk darstellt. Auch *Enomphalus qualteriatus* und *Maclurea helix* Eichw. finden sich hier schon ein.

Westlich von Narva ist am hohen Glint von Peuthof bis Ontika und Sackhof der Or-

thocerenkalk mächtig entwickelt. Er erreicht hier eine Mächtigkeit von 5 Meter und ist überfüllt von grossen meist schlecht erhaltenen Exemplaren der beiden typischen Arten *O. vaginatum* und *commune*, die in allen Richtungen durcheinander liegen, wie man besonders schön an grossen herabgestürzten Blöcken am Peuthofschen Glint unweit des Badeortes Sillamäggi sehen kann. In der Thonlinsenschicht darunter fehlen die grossen Orthoceren; hier trifft man *Amphion Fischeri* und *Rhynch. nucella*; als Seltenheit auch Graptololithen der Gruppe *Phyllograptus*, die für die Parallelisirung unsres Orthocerenkalks wichtig sind. Weiter im Westen am Isenhof'schen Bach, ein paar Werst unterhalb Neu-Isenhof liegen die Orthoceren ebenso massenhaft im Grunde des Baches und in dessen Uferfelsen. Bei Karrol und Palms (Taugo) noch weiter im Westen, bildet der Orthocerenkalk eine kleine selbstständige Terrasse, mit Steinbrüchen, in denen sich die Fauna schon vollständiger sammeln lässt. Hier trifft man ausser den genannten Orthoceren *Megalaspis longicauda*, *Lituites lamellosus* His. (*convolvens c. auct.*), *ariensis m.*, *falcatus* Quenst., *Orthoceras laeve m.*, *Cyrtoceras testaceum* Eichw. in schönen Exemplaren, *Maclurea helix* Eichw. *Enomphalus qualteriatus*, *Pseudocrania antiquissima* Eichw., *Orthisine plana* u. a.

Eine schöne Fundstelle bildet der tiefe Flusseinschnitt des Walgejöggi bei Nömmewesk zwischen Kolk und Palms, an dem man die ganze Reihenfolge vom Orthocerenkalk bis zum Ungulitensande verfolgen kann. Die reichen hier gemachten Sammlungen befinden sich grösstentheils in der Sammlung des Baron Pahlen zu Palms. Weiter im Westen bei Zitter, Tüllifer, Maart und Ilgast bildet der Orthocerenkalk wiederum eigene kleine Entblössungen und zum Theil den obern Rand des Glints, so dass hier manches schöne Stück gesammelt werden konnte.

Am reichsten ist der Orthocerenkalk an mannigfaltigen Formen bei Reval selbst. Er bildet hier nur eine feste Kalkschicht von 1 M. Mächtigkeit, die zeitweilig an verschiedenen Steinbrüchen des Laaksberges und in den sogenannten Springthälern der Pernau'schen Vorstadt aufgeschlossen gewesen ist. Das Revaler Museum besitzt eine reiche Sammlung aus dieser Schicht die grösstentheils durch den verstorbenen Consul Stacy zusammengebracht wurde. Schon früher hatte Eichwald durch Hübner vieles aus diesem Niveau erhalten und beschrieben, so dass wir eine recht reichhaltige Liste der Petrefacten des Vaginatenkals aus Reval's Umgebung liefern können. Es sind namentlich *Phacops sclerops* Dalm., *trigonocephala* m. var., *Amphion Fischeri*, *Cheirurus ornatus* Dalm., *clavifrons* Dalm., *affinis* Ang., *Illaenus Wahlenbergi* Eichw., *Lichas verrucosa* Eichw., *Hübneri* Eichw., *Ampyx nasutus* Dalm., *Ptychopyge globifrons* Eichw., *Megalaspis centron* aff., und einige neue Arten, *Lituites lamellosus*, *falcatus*, *Gomphoceras Eichwaldi* Vern., *Cyrtoceras Archiaci* Vern., *Orthoceras commune* Wahlb., *vaginatum* Schl., *laeve* m., *Enomphalus qualteriatus* Schl., *Turbo? tricarinatus* Eichw., *T. lineola* Eichw., *Metoptoma siluricum* E., *Bellerophon locator* Eichw., unsre älteste Bivalve *Megalodon unguis* Eichw., *Hyolites acutus* Eichw. *Conularia orthoceratophila* F. Röm., *Orthis calligramma* Dalm., *Orthisina concava* Pahlen. *plana*, *Rhynchonella? nucella*, *Porambonites intercedens*, *Lingula longissima*, *Pseudocrania*

antiquissima Eichw., *Siphonotreta verrucosa* Eichw.; in den obersten mergeligen Schichten des Glauconitkalks noch: *Acritis antiquissima*, *Orthis obtusa*, *parva* (letztere beide in ungeheurer Menge) und die Anfänge von *Chaetetes petropolitana*.

Weiter im Westen, auf der Baltischporter Halbinsel und auf Rogö wird der Vaginatenkalk sandig; nach unten zu, wo grössere Phosphoritknollen vorkommen, breccienartig; die grossen Orthoceren verschwinden ganz, während Lituiten noch vorkommen, dagegen sieht man zahlreiche Trilobiten: *Amphion Fischeri*, *Cheirurus ornatus*, *Phacops trigonocephala* var., *Lichas celorhin*, *Euomphalus qualteriatus*, *Maclurea helix*, unbestimmte ästige Graptolithen u. a. Auf Odensholm tritt der Vaginatenkalk nicht mehr zu Tage, die ganze dortige Entblössung wird von Echinosphaeritenkalk gebildet.

In Schweden und Norwegen ist der Orthocerenkalk im Ganzen mit dem unsrigen vollkommen identisch und als eine direkte Fortsetzung desselben zu betrachten. Auch dort beginnt er wie Linnarsson nachgewiesen hat mit dem Glauconitkalk, der durch *Megalaspis planilimbata* characterisirt wird (die Constatirung dieser wichtigen Art bei uns haben wir ebenfalls Linnarsson zu verdanken). Dann folgt der typische Orthocerenkalk unter dem als Zwischenglied wie oben erwähnt in Norwegen nach Brögger der Asaphusschiefer auftritt. Ueber die obere Gränze des Orthocerenkalks sind die scandinavischen Geologen noch nicht einig. Nach dem Verzeichniss der Petrefacten in Kjerulf's Veiviser p. 3 sind in dessen Etage 3 noch der Orthocerenkalk und unser Echinosphaeritenkalk nicht getrennt. Nach den genauen Untersuchungen von Brögger werden wir jetzt wohl eine schärfere Gränzbestimmung erhalten. In Schweden stimmt am besten mit unsrer Begränzung die Aufstellung von Törnqvist in Dalarne, in dessen Artikel «Om Siljantractens palaeozoiska formationsled in Öfvers. af Vetensk. acad. förhandl. 1874 № 4 p. 9.» Linnarsson führt an der Kinnekulle (Vestergötl. cambr. och siluriska bildn. p. 32) noch ein oberstes Glied, den «Levfersten» auf und ebenso einen grauen Kalk (p. 44) mit *Lit. perfectus* und regulären Orthoceren, die ich schon zum Echinosphaeritkalk ziehen muss; ebenso wird hierher wohl auch der rothe Kalk im östlichen Oeland mit *Orth. conicum* und *Asaph. platyurus* gehören (Linnarss. Oeland l. c. p. 78), welcher letztere mit unsrem *A. latisegmentatus* Nieszk. grosse Aehnlichkeit hat.

In Ostgotland kenne ich aus eigener Anschauung zwei bekannte dem Orthocerenkalk oder der Asaphusregion (C) Angelins zugerechnete Lokalitäten: Husbyfjöl und Ljung, von denen die erstre durch ihren Reichthum an Asaphiden (bes. *A. expansus*) sich auszeichnet und die zweite durch die reichlich und schön vertretenen typischen Cephalopoden des Orthocerenkalks. Nach der bei uns festgestellten Reihenfolge müssen wir die Entblössung von Ljung für jünger halten als die von Husbyfjöl, womit auch die Beobachtungen Brögger's in Norwegen über den Asaphusschiefer u. s. w. stimmen würden.

Lässt sich im Westen unser Orthocerenkalk mit seiner charakteristischen Fauna bis Norwegen verfolgen, so finden wir ihn auch noch im SO. in einzelnen inselförmigen Entblössungen unter Devon (im Pskow'schen Gouvernem. an der Lowat, nach Karpinski in

d. Protocoll. der Petersb. Naturf. Gesellsch, 1877 p. 93) und Kohlenkalk (im Twers'chen Gouvernem. bei Torschok nach Bock in den Mater. z. Geolog. Russl. herausgeg. von der miner. Ges. Bd. III p. 187.— 1871). Das Gestein der letztern Localität mit *Orthoc. vaginatum* und *Maclurea helix* Eichw. stimmte vollkommen mit dem Orthocerenkalk von Palms und Karrol überein.

In England fehlt der Orthocerenkalk; an seine Stelle treten *Phyllograptus* führende Graptolithenschiefer der Areniggruppe, die Törnqvist (Reisebericht l. c. p. 68, 69) dem Orthocerenkalk parallelisirt, woran wir uns um so mehr halten können als auch bei uns, wie oben erwähnt in tiefern Lagen des Orthocerenkalks wohlerhaltene Phyllograptusreste gefunden sind, und wie Lapworth nachgewiesen hat, die Genera der Graptolithen auf weite Strecken für bestimmte Horizonte charakteristisch sind. In N-Amerika scheint der Chazy limestone noch am meisten mit unsrem Orthocerenkalk übereinzustimmen.

In Norddeutschen Geschieben sind unsre Orthocerenkalke verhältnissmässig wenig verbreitet, entsprechend ihrer geringen horizontalen Verbreitung auf der Oberfläche unsres Silurbodens, dagegen sind die entsprechenden Oelander Kalke häufig.

Mit dem Orthocerenkalk beginnt bei uns eine grössere Mannigfaltigkeit der Organismen. Früher waren nur Trilobiten, Brachiopoden, Echinodermen und einige Bryozoen vorhanden; jetzt treten Cephalopoden, Gasteropoden und Acephalen hinzu. Dennoch ist im Allgemeinen der Faunenzusammenhang mit den obern Schichten des Glauconitkalks grösser als mit dem auflagernden Echinosphaeritenkalk, obgleich in diesem keine neue Thiergruppen auftreten.

Schichtengruppe C.

1. Echinosphaeritenkalk. C_1

Der Echinosphaeritenkalk ist eine mächtige Kalkablagerung, die sich ebenfalls durch unser ganzes Gebiet hinzieht, vom Wolchow bis Odensholm. Er erreicht eine bedeutende Mächtigkeit, die durchschnittlich 8—10 Meter beträgt. Seine Gesteinsbeschaffenheit und seine Fauna ist wie bei der vorigen Schicht sehr mannigfaltig, und es würde angezeigt sein eine noch weitere Gliederung eintreten zu lassen, wenn die Unterabtheilungen, die wir aufstellen könnten, durch das ganze Gebiet zu verfolgen wären. Gegen den Vaginatenkalk war die Scheidung überall streng durchzuführen, da dessen reiche Fauna viele Anhaltspunkte bot Der Echinosphaeritenkalk zeigt in seiner horizontalen Verbreitung so viel Modifikationen, dass wir ihn, wie die vorige Schicht, nicht als ein Ganzes betrachten können, sondern seine Beschaffenheit von O. nach W. vorschreitend charakterisiren müssen. Es ist daher auch schwer überall durchgehende Leitmuscheln aufzustellen. Ich habe die Schicht zwar nach dem in einigen Gegenden massenhaft vorkommenden *Echinosphaerites aurantium* Gyll. benannt, und sie ist als solche auch schon auf die neue von Prof. Grewingk herausgege-

bene geologische Karte der Ostseeprovinzen übergegangen, aber die Echinosphaeriten kommen eben auch nicht überall und namentlich selten in den tiefern Niveau's der Schicht vor. Als ganz allgemein verbreitete Formen könnten wir etwa *Orthoceras regulare* Schl., *Pleurotomaria elliptica* His. sp., sowie *Leptaena imbrex* Pand. und *L. oblonga* Pand. nennen; ausserdem sind häufige Formen etwa folgende: *Cheirurus exsul* Beyr., *Illaenus Schmidti* Nieszk., *tauricornis* Kat., *Dalmanni* Volb., *Asaphus Weissii* Eichw., *latisegmentatus* Nieszk., *devexus* Eichw., *Siphonotreta unguiculata* Eichw., *Leptaena transversa* Vern., *Porambonites aequirostris* Pand., *Orthisina ascendens* Pand., *pyrum* Eichw. und verschiedene Chaetatesformen wie die ächte halbkuglige *Ch. petropolitana* Pand., *Ch. heterosolen* Keys. und *Ch. Panderi E.* H.

Im Petersburger Gouvernement ist es mir nicht gelungen, Unterabtheilungen im Echinosphaeritenkalk festzustellen. Er ist hier meist von lockerer mergeliger Beschaffenheit und zeichnet sich durch zahlreiche wohlerhaltene Trilobiten aus, während er in Estland fester ist und hier die Cephalopoden und Brachiopoden überwiegen. Die grossen Steinbrüche von Dubowiki am Wolchow, die alle am obern Theil der hohen Uferwand angelegt sind, zeigen den typischen Echinosphaeritenkalk mit den oben angeführten Petrefakten, zu denen wir noch *Phacops Panderi m.*, *Chasmops nasuta m.*, *Asaphus Kowalewskii* Lawr., *Orthisina hemipronites* Buch., *Hybocrinus dipentas* Leucht., *Glyptosphaerites Leuchtenbergi* Volb., *Cryptocrinus laevis*, *Protocrinus fragum* Eichw., *Hemicosmites malum* Eichw. u. a. hinzufügen können. Unten im Niveau des Flusses tritt schon die Fauna des Orthocerenkalks mit *Amphion Fischeri* und *Rhynch. nucella* auf. Ebenso konnte ich in dem reichhaltigen Profil an der Lawa bei Wasilkowo zwischen ächtem Echinosphaeriten- und Orthocerenkalk kleine untergeordnete Bildungen unterscheiden; an der Mga bei Sologubrowka fand sich ebenfalls nur der typische Horizont des Echinosphaeritenkalks als lockerer Mergel mit wohlerhaltenen Petrefakten über festem Orthocerenkalk. Dieselbe Beschaffenheit zeigt auch der Echinospaeritenkalk in der Umgebung von Pawlowsk, wo er besonders in den Gruben von Katlino, deren lockeres Gestein zur Strassenbeschüttung ausgebeutet wird, schön ausgebildet ist. Von hier stammt u. a. das einzige Exemplar von *Cystoblastus Leuchtenbergi* Volb. Als sehr reich an interessanten Trilobiten hat sich in den letzten Jahren der Echinosphaeritenkalk bei Gostilizy und Lapuchinka durch die Bemühungen von Hrn. und Frau General Plautin erwiesen, deren wir schon in der Einleitung gedacht haben. Aus dieser Gegend, bei Ropscha, hatte schon früher Herr Lawrow den *Asaphus Kowalewskii* und *Delphinus* beschrieben, die beide sehr schön auch bei Gostilizy vorkommen, ausserdem hier noch *A. Weissii* und mehrere neue Arten d. Gattung, *Illaenus tauricornis* in mehreren Prachtexemplaren, *I. Schmidti*, *I. oblongatus* Ang. u. a., *Cheirurus exsul* in vollständigen Exemplaren, *Ch. macrophthalmus* Kut., *tumidus* Ang. sp., *variolaris Linnarss*, *hemicranium* Kut., *Lichas tricuspidata* fast vollständig, *Harpes Spasskii* Eichw., *Phacops Panderi m.*, *nasuta m.* u. a. Ausserdem die gewöhnlichen Brachiopoden nebst Echinosphaeriten und Chaetetes.

Hr. Plautin glaubt für bestimmte Arten besondere Niveaus annehmen zu können,

in denen sie vorherrschen, welche Beobachtung noch weiter zu verfolgen sein wird. Bei Gostilizy fand sich mit den obengenannten Trilobiten noch *Cybele Wörthi* Eichw., und *bellatula* Dalm. Die erste wurde hier zum ersten Mal anstehend gefunden (die Exemplare der Volborth'schen und Eichwald'schen Sammlung sind alles aufgelesene frei gefundene Exemplare) und gehört daher dem Echinosphaeritenkalk an; *C. bellatula* kommt sonst bei uns und in Schweden im Orthocerenkalk vor, reicht hier also etwas höher hinauf.

Weiter im Westen, bei Koporje behält der Echinosphaeritenkalk seinen lockeren Charakter bei und ist stets scharf von den unter ihm in der dortigen Schlucht blosgelegten Orthocerenkalk unterschieden. Im östlichsten Estland, im hohen Glint von Narwa bis Ontika tritt der Echinosphaeritenkalk in nicht sehr bedeutender Mächtigkeit in meist festen Platten auf, in denen wir neben Echinosphaeriten und den gewöhnlichen Brachiopoden und Chaetetiden namentlich *Asaphus latisegmentatus* Nieszk. nebst einigen noch nicht näher bestimmten Arten d. Gattung häufig antreffen; von Cephalopoden ist hier besonders häufig ein dem *Orthoc. commune* Wahlb. (O. duplex auct.) nahestehender Orthoceras, der sich durch seine langgestreckte fast cylindrische Gestalt auszeichnet und den ich daher vorläufig *O.cylindricum* nennen will. Oft tritt der Echinosphaeritenkalk hier vom Rande des Glints ganz oder fast ganz zurück, so dass der obere Rand desselben vom Orthocerenkalk gebildet wird.

Am Isenhofschen Bach und weiter westlich bei Kunda und Karrol, wo der Glint sich in mehrere Terrassen theilt und jede einzelne in Steinbrüchen und Uferentblössungen bequem untersucht werden kann, lassen sich noch am besten Unterabtheilungen im Echinosphaeritenkalk nachweisen. Am Isenhofschen Bach unterhalb Neu-Isenhof liegen zunächst über dem Vaginatenkalk Plattenkalke mit *Orthoceras cylindricum*, *regulare* und *Lituites undulatus* Quenst. (z. *Th. lituus auct.*), dann folgen Schichten mit Echinosphaeriten und *Asaphus latisegmentatus*, endlich feste graue Kalkplatten mit vertikal gestellten Röhren, die mit Eisenocker gefüllt sind. Die Natur dieser Röhren, die bei eintretender Verwitterung als Löcher auf den Platten erscheinen, ist noch nicht sicher festgestellt; mir scheinen sie mit Stengelbildungen grosser Seetange zusammenzuhängen, deren Flächenausbreitungen auf den Schichtenflächen häufig sind (auch in anderen Niveaus), und oft auf den Trottoirs der Städte in die Augen fallen, zu denen die genannten festen durchlöcherten Plattenkalke mit Vorliebe benutzt werden. Sie haben eine sehr ausgedehnte Verbreitung, da sie von Allentacken (wo sie vom eigentlichen Echinosphaeritenhorizont sich nicht trennen lassen) bis Reval und Baltischport verfolgt werden können; sie sind meist sehr arm an Petrefakten (wir können namentlich anführen *Asaphus devexus* Eichw., reguläre Orthoceren, *Cyrtoceras Odini* Eichw. und *Pleurotomaria elliptica*) und bilden einen meist sehr kenntlichen Horizont gegen die meist lockeren mergeligen und petrefaktenreichen Schichten, mit denen die Abtheilung C_2 beginnt.

Beim Dorfe Ari unter Karrol findet sich bei der kleinen isolirten Lostreiberstelle Paemurro ein Steinbruch zunächst über dem typischen Vaginatenkalk in einem meist mit Thoneisenlinsen angefüllten in dünnen Platten brechenden Kalk, der namentlich eine grosse Menge

wohlerhaltener Cephalopoden enthält, wegen derer ich diese Lokalität zu wiederholten Malen besucht habe. Es kommen vor: *Lituites teres* Eichw., *undulatus* Quenst. sp. (*Orthoceras undulat.* Quenst. *Lit. lituus auct.*) *Orthoceras cylindricum* m., *telum* Eichw., *regulare* Schl., *centrale* His.; ausserdem *Eccyliomphalus alatus* F. Röm., *Pleurotomaria elliptica* His. sp., *Hyolthes* sp. und von Trilobiten nicht selten der ächte *Cheirurus exsul* Beyr. nebst einigen noch unbestimmten Asaphus- und Illaenus-Arten, sowie *Lichas tricuspidata* Beyr. (einmal gefunden). Darüber liegt der obenerwähnte petrefactenarme Kalk mit *Cyrtoceras Odini* Eichw. und *Asaphus devexus.*

Ein ähnlicher Reichthum an Cephalopoden, besonders von Orthoceren ist in der obern Linsenschicht am Jaggowal'schen Wasserfall zu sehn, wo man im Flussbett die Orthoceren in allen Richtungen durcheinander liegen sieht; man könnte hier wie bei Karrol von einem obern Orthocerenkalk sprechen. *O. commune* scheint sich hier in zwei Formen: *O. cylindricum* und eine schon dem *O. vertebrale* ähnliche Art zu spalten. Beide Stufen, der obere und untere Orthocerenkalk lassen sich sehr schön neben- und übereinander beobachten.

Bei Reval auf dem Laaksberge lässt sich ebenfalls ähnlich wie bei Karrol das obere Linsengestein über dem Vaginatenkalk erkennen mit *Orthoc cylindricum*, und *Lit. undulatus*, nebst eigenthümlichen Asaphusformen und dem ältesten *Chasmops*, *C. nasuta* m., dessen wir schon vorhin erwähnten. Höher hinauf folgen feste blauweisse Kalke, die stellweise nach oben in das löcherige Plattengestein übergehn. Das Gestein wird in zahlreichen grossen Brüchen abgebrochen und enthält eine ganze Anzahl Petrefacten, die aber nirgends recht häufig sind. Wir nennen namentlich *Chasmops Odini* Eichw., der hier beginnt, ferner *Ch. praecurrens* m., *Cheirurus gladiator* Eichw. *Cheir. variolaris* Linnarss. in grossen Glabellen, *Illaenus Schmidti* Nieszk., *Cybele laevigata* m., *Asaphus devexus* Eichw., *tecticaudatus* Steinh., *Lituites Odini* Eichw., *Orthoceras vaginatum* Eichw. (vielleicht *O. Görneri* Boll.). *O. vertebrale* Eichw., *regulare* Schl. (mit den drei Eindrücken von der Wohnkammer), *Eccyliomphalus alatus*, *Pleurotomaria elliptica*, *Subulites priscus* Eichw., *Holopea prisca* Eichw. sp., *Maclurea* und *Enomphalus*arten, *Bellerophon megalastoma* Eichw. u. a.; zahlreiche Bivalven der Gattung *Modiolopsis* nebst *Disteira triangularis* Eichw., *Orthisina ascendens* Pand., *squamata* Pahlen, *pyrum* Eichw., *Schmidti* Pahlen, *Orthis lynx* und *calligramma*, *Strophamena imbrex*, *Lytaena convexa* und *oblonga*, *Porambonites aequirostris* Pand. und *deformata* Eichw., *Echinosphaeriten* nur hie und da; *Receptaculites orbis* Eichw,; endlich die gewöhnlichen Chaetetesarten *C. petropolitana* und *heterosolen*. Die Mächtigkeit der Schicht C_1 beträgt hier etwa 4—8 Meter. Ueber den festen Plattenkalken folgen lockere gelbliche Schichten die bedeutend reicher an Petrefacten sind (bezeichnend namentlich *Chasmops Odini* und *Echinosphaerites balticus*) und schon zur nächsten Schichtenabatheilung C_2 gezählt werden müssen. Auf der Baltischporter Halbinsel, den Inseln Rogoe und Odensholm besteht unsre Schicht grösstentheils aus einem festen splittrig brechenden grauweissen Kalk, der im Grossen und Ganzen nicht sehr reich an Petrefacten, in einzelnen dünnen Schichten aber geradezu erfüllt von ihnen ist.

Auf Odensholm beim Leuchtthurm tritt die kaum 20 Fuss hohe Felsküste, die nur aus unsrer Schicht besteht (Bruchstücke tieferer Lagen bis zum Dictyonemaschiefer hinab, finden sich ausgeworfen), namentlich in ihrem obern Theil in zahlreichen niedrigen Treppenstufen (den einzelnen Schichten entsprechend) landeinwärts zurück. Hier lassen sich die einzelnen Schichten bequem auf ihre organischen Einschlüsse untersuchen und da finden wir besonders Eine im obern Theil der Entblössung, die ganz erfüllt von schönen Petrefacten ist, die meist mit den oben bei Reval angeführten übereinstimmen. Diese Localität ist zuerst von Eichwald für die Wissenschaft entdeckt und später von mir wiederholt besucht worden. Auf Rogö bieten die zahlreich herabgestürzten Blöcke am Strande auch gute Gelegenheit zum Sammeln, doch ist diese noch lange nicht genug ausgenutzt worden. Hier und bei Baltischport ist die obere Linsenschicht auch entwickelt, nur weniger mächtig (bis 1 F.) als in Reval, wo sie 3 F. erreicht. Schöne Exemplare von *Orthoceras cylindricum*, *Cyrtoceras conicum* Eichw. und *Asaphus* sp. wurden darin gefunden.

Die Fauna des Echinosphaeritenkalks, die wir im Obigen noch lange nicht erschöpft haben, ist eine recht reiche und mannigfaltige; namentlich dürfte sie an Trilobiten die artenreichste aller unsrer Schichtenabtheilungen sein. Die Cheiruriden und Asaphiden erreichen hier ihr Maximum an Artenzahl. Ebenso sind die übrigen Thierklassen reichlich vertreten, die Cephalopoden, die Brachiopoden (d. Gattung *Leptaena* beginnt hier, *Orthisina* erreicht ihr Maximum), Gasteropoden (nebst Bellerophon) und Lamellibranchiaten, von denen schon eine ganze Anzahl Arten zu unterscheiden sind. Die Cystideen treten reichlicher auf als früher, mit neuen Gattungen, und die eigentlichen Crinoiden beginnen mit der Gattung *Hybocrinus* Bill.; endlich treten zahlreiche Chaetetiden auf.

Während die Uebereinstimmung unseres Orthocerenkalkes mit dem schwedischen eine sehr grosse war, so ist die Aehnlichkeit des Echinosphaeritenkalks mit entsprechenden scandinavischen Schichten eine viel unvollkommenere. Bei uns scheint diese Schicht viel reichhaltiger an Formen als anderswo zu sein. Am meisten stimmt noch der Cystideenkalk in Dalarne nach Törnquist's Aufstellung.

Die entsprechenden Lager in Ost- und West-Gotland, sowie auf Oeland werden von Linnarsson zum grossen Theil noch zum Orthocerenkalk als obere Glieder gerechnet (s. oben), namentlich dürfte dieses der Fall für unsern obern Orthocerenkalk sein, den wir mit dem Echinosphaeritenkalk verbinden. Die obersten Glieder unserer Schicht werden schon dem Beginn des dortigen Chasmopskalk nach Linnarsson entsprechen. Ebenso wird unser Echinosphaeritenkalk in Norwegen seine entsprechenden Schichtenglieder im obern Orthocerenkalk und untern Chasmopskalk finden, während unsere nächste Schicht C_2 recht eigentlich dem schwedisch-norwegischen Chasmopskalk entsprechen wird.

In England ist ebenso wie für die Abtheilung B kein genaues Aequivalent vorhanden. Nach Törnquist's Vergleichung der Englischen und Schwedischen Untersilur-Schichten stimmt der Cystideenkalk mit der Llandeilostufe überein. Ebenso ist es auch in Amerika schwer, eine genau entsprechende Schicht zu finden. Einige Glieder der Quebeck-Formation

n Canada erinnern durch die zahlreichen von Billings beschriebenen Cheiruriden, namentlich durch die *Nieszkowskia*-Formen an unseren Echinosphaeritenkalk. Auf der andern Seite hat unser Echinosphaeritenkalk eine weite Verbreitung unter den norddeutschen silurischen Geröllen. Verschiedene Formen wie *Cheirurus exsul*, *Lichas tricuspidata*, *Asaphus tecticaudatus*, *Lituites undulatus* Quenst. u. a. sind zuerst als Geschiebe beschrieben worden.

Ein auffallendes Vorkommen von Geschieben des Echinosphaeritenkalks ist das auf den Alandsinseln, von wo Hr. Professor Moberg in Helsingfors eine schöne Sammlung zusammengebracht hat, aus der unter andern auch das auf unserer T. VI f. 5a abgebildete Exemplar von *Cheirurus exsul* stammt. Prof. Wijk hat näher darüber berichtet; das Gestein ist dem von Rogö und Odensholm sehr ähnlich.

2. Schicht C_2. Kuckerssche Schicht oder Brandschiefer.

Diese Schicht schliesst sich durch ihre Fauna sehr nahe an die vorige an, wir können sie auch als die ächte Chasmopsschicht bezeichnen, weil durch ihr ganzss Verbreitungsgebiet der *Chasmops Odini* Eichw., der dem scandinavischen *Chasm. conicophthalma* äusserst nahesteht, in ihr verbreitet ist. Die Schicht zeichnet sich durch Zwischenlager von bituminösem Mergel oder Brandschiefer (bei Kuckers bis 55% flüchtige Bestandtheile[1]) und durch massenhaftes Auftreten von meist wohlerhaltenen Petrefakten aus. Der bituminöse Mergel tritt als eigentlicher brennbarer Brandschiefer nur im mittleren Theil der Verbreitung der ganzen Schicht auf, etwas nördlich von der baltischen Bahn, auf der Strecke zwischen Jewe und Wesenberg; hier liegen die Hauptlokalitäten Kuckers, Kohtel, Salla bei Erras, Wannamois bei Tolks, wo der eigentliche rothe Brandschiefer bis 1 F. Mächtigkeit erreicht. Weiter im Osten und Westen sind nur dünne Blättchen des brennbaren Schiefers in den meist lockern Mergelkalk eingefügt.

Im Petersburger Gouvernement kann ich diese Schicht erst an ein paar Stellen nachweisen. Oestlich von Petersburg ist sie gar nicht aufgedeckt; hier liegen devonische Schichten direkt auf dem Echinosphaeritenkalk oder theilweise auch auf dem Orthocerenkalk. Der östlichste Punkt, den ich kenne, ist das Dorf Djatlizy, südlich von Gostilizy, wo in einem Steinbruch ein grauer, etwas bituminöser Kalk mit *Chasmops Odini*, *Siphonotreta unguiculata*, *Porambonites teretior* Eichw. u. a. ansteht; auch *Hybocrinus dipentas* wurde hier gefunden. Weiter im Westen traf ich südlich von Koporje bei Uljatizy das nämliche Gestein, schon mit deutlichen Spuren des Brandschiefers und *Orthis. dorsata* His., *Orthisina marginata* Pahlen, *Stroph. imbrex Pand. var. angusta*, die alles typische Formen von C_2 sind.

In Estland ist die am besten ausgebeutete Stelle der grosse Entwässerungsgraben bei Kuckers, der über eine halbe Werst lang und 10 F. tief ist: zahlreiche dünne blättrige

---

1) Schamarin, in Archiv für Naturk. Liv-, Est- und Kurl. Ser. I. Bd. V. p. 25 ff.

Schichten von Brandschiefer wechseln hier mit mergeligen oder festern meist etwas bituminösen Kalkschichten ab. Aus dem abgebrochenen Gestein und den an den Seiten des Grabens verwitternden Mergelschichten habe ich im Laufe der Zeit ein reiches Petrefaktenmaterial erhalten, das grösstentheils im Revaler Museum aufbewahrt wird; aber auch in das Museum der Berliner Universität ist durch Prof. Dames eine reiche Sammlung von hier gekommen.

Eine andere Lokalität, die Eichwald den grössten Theil seiner Brandschiefer-Petrefakten geliefert hat, ist die von Salla bei Erras. Hier war ebenfalls ein Entwässerungsgraben angelegt, auf dessen Reichthum an Fossilien Eichwald durch Baron Rudolph Ungern-Steinberg zu Birkas aufmerksam gemacht wurde. Jetzt ist der Graben ganz verwachsen und Versuche ihn wieder frisch aufzubrechen, haben wenig Resultate geliefert. Im Jahre 1857 habe ich mit Nieszkowski hier noch eine hübsche Sammlung machen können. An Durchschnitten der Eisenbahn habe ich in der Nähe auch jetzt noch Manches gefunden. Die dritte und älteste wichtige Lokalität für den Brandschiefer ist das Dorf Wannamois unter Tolks, dessen Gestein schon im Jahre 1838 von G. v. Helmersen auf seine technische Verwendbarkeit untersucht wurde. Jetzt ist auch hier der Bruch verwachsen, so dass man jedesmal neu brechen lassen muss, wie wir mit Nieszkowski 1857 gethan haben. Der Brandschiefer ist wiederholt analysirt worden, am ausführlichsten von Schamarin (s. oben). Er wäre zur Darstellung von Brenn- und Schmierölen vortrefflich zu verwenden; seine geringe Mächtigkeit hindert aber jede Ausnutzung. In Kuckers hat man das beim Anlegen des Grabens gewonnene Material in der Brennerei verwerthen können.

Die wichtigsten Petrefakten aus dem eben besprochenen Hauptgebiet des Brandschiefers sind etwa folgende: *Phacops (Chasmops) Odini* Eichw. (überall), *P.* (*Pterygometopus*) *exilis* (Eichw.) und *Kuckersianus m.*, *Cheirurus spinulosus* Nieszk., *cephaloceros* Nieszk. sp., *Cybele rex* Nieszk., *coronata* (nur bei Kuckers), *Acidaspis cf. furcata Linnarss.*, *Calymene sp.*, *Illaenus limbatus* Linns., *Asaphus acuminatus* Nieszk. (nec. Ang.) und ein paar grosse Arten, *Lichas conicotuberculata* Nieszk., *Cyphaspis sp.*, *Beyrichia complicata* Salt., *strangulata* Salt. und *oblique-jugata m.*, *Lituites sp.*, *Orthoceros vertebrale* Eichw., *lineatum* His., *Pleurotomaria elliptica* His. sp., *Maclurea sp.*, *Eccyliomphalus sp.*, *Subulites priscus* Eichw., *Bellerophon Czekanowskii m.*, *Hyolithes striatus* Eichw., *Nucula aedilis* Eichw. und *macromya* Eichw. nebst verschiedenen Acephalen, *Lingula subcrassa* Eichw., *pusilla* Eichw., *Discina sp.*, *Siphonotreta unguiculata* Eichw. (gross), *Crania planissima* Eichw., *Porambonites teretior* Eichw., *Leptaena convexa* Pand., *sericea Sow. var.* (massenhaft), *Strophomena imbrex* Pand. var. angustior, *rugosa* Dalm. var. (*O. rustica* Eichw. Leth. non Sow), *Orthis. lynx* Eichw., *dorsata* His. sp., *calligramma* Dalm. var., *Orthisina squamata* Pahlen, *marginata* Pahlen, *Schmidti* Pahlen, *pyramidalis* Pahl., *Echinosphaerites aurantium*, *Glyptocystites penniger* Eichw., *Megacystis sp.*, *Hybocrinus dipentas* Leucht., verschiedene Chaetetiden wie *Dianulitus petropolitana* Pand. Dyb., *Stellipora revalensis* Dyb., *Orbipora distincta* Eichw., *Panderi* Dyb., *Trematopora cingulata*

Dyb., *Callopora heterosolen Keys.* Dyb. und Bryozoen, namentlich Ptilodictyen, *Polypora furcata* Eichw. und *Thamniscus bifidus* Eichw., die letztern sowie die Beyrichien finden sich am besten auf den dünnen braunrothen Blättchen des Brandschiefers selbst, während die übrigen Sachen meist in den zwischenliegenden Kalk- und Mergellagen vorkommen.

Die Lagerungsverhältnisse des Brandschiefers und seiner Uebergangsglieder vom Echinosphaeritenkalk sind am schönsten am Isenhof'schen Bach zu beobachten; die letztern besonders beim Gute Neu-Isenhof, im trocknen Flussbett des Ohak, der nur im Frühling und nach starken Regengüssen Wasser enthält, sonst fliesst es durch unterirdische Spalten und Klüfte ab. Die ganze Gegend zwischen N.-Isenhof und Erras ist mit unterbrochenen Stücken von Flussläufen und Erdtrichtern gefüllt, in deren Tiefe überall die erwähnten Ubergangsglieder zu Tage treten. Auf den oben beim Echinosphaeritenkalk erwähnten grauen Kalken mit *Cyrtoceras Odini* folgen weissliche Kalke mit mergeligen Zwischenlagen, die stellweise sehr schön erhaltene Muscheln führen, von denen (vom Hofe Erras) ich in früherer Zeit für's Museum der Dopater Naturforschergesellschaft eine schöne Sammlung zusammengebracht habe u. a. *Chasmops Odini*, *Cheirurus spinulosus* (mit kürzern Schwanzstacheln), *Orthisina squamata* Pahl., *Stroph. imbrex gen.* (die schmale Form höher), *Porambonites deformata* Eichw. (mit grobem Netzwerk und seitlich stark zusammengedrückt) *Echinosphaerites aurantium* var. (länglich, mit stärkerer Streifung) u. a. Etwas weiter oberhalb, beim Gute Maidel und dem Dorf Ssawala, sowie an einem Nebenfluss bei Hirmus, steht schon der typische Brandschiefer wie bei Kuckers an, der auch am Bach beim Gute Kohtel getroffen wird.

Weiter westlich in Estland kommt wie gesagt das brennbare Gestein nur in ganz dünnen Blättchen zwischen dem bituminösen oder mergeligen Kalkstein vor, so beim Hofe Jaggowal und auf dem Laaksberg bei Reval, wo übrigens die Fauna der von Kuckers und Erras ähnlich ist, nur etwas ärmer. Die obenerwähnten Uebergangsglieder lassen sich bei Reval auf dem Laaksberge schön betrachten. Es ist ein lockerer gelber Mergelkalk, oft mit dunkeln Punkten, in dem man häufig *Chasmops Odini* und *Echinosphaerites balticus* Eichw. findet; hier kommt auch die *Cybele laevigata* m. vor, während die beiden vorhin genannten Arten fehlen. Hier fand ich auch ein vollständiges Kopfschild des *Lichas conicotuberculata* Nieszk. mit erhaltenen Wangenschildern, die von Nieszk. Zus. z. Monogr. d. Trilob. T. 1 F. 13 ohne Namen abgebildet wurden. Besonders zahlreich sind noch Bivalven und Schnecken, die noch näher bestimmt werden müssen. *Porambonites deformata* Eichw. ist auch hier für die Uebergangsschicht bezeichnend.

Weiter im Westen kenne ich das entsprechende Gestein von der Baltischporter Halbinsel, 4 W. südlich von Baltischport am Wege nach St. Matthias, am Wege nach Leetz, in der Mitte der Halbinsel, und an der Eisenbahn etwa 2 W. von der Stadt unweit des Gesindes Kokka; hier ist es namentlich dem Kucker'schen Gestein ganz ähnlich; ausser *Phacops Odini* und *exilis* kommt namentlich auch ein Vorläufer von *Cheirurus pseudohemicranium* Nieszk. vor, mit stärker gewölbter Glabella. Auf Odensholm an der Südküste findet man

vom Wasser ausgeworfene Trümmer, in denen *Chasmops Odini* nicht selten ist, der auch von hier durch Eichwald beschrieben wurde. Das nämliche Gestein, oft erfüllt von *Leptaena sericea* var., wie bei Kuckers, kommt vom Meere ausgeworfen auch auf der gegenüberliegenden Festlandsküste bei Spitham vor, so dass der ganze zwischenliegende Meeresboden von der betreffenden Schicht eingenommen sein muss.

In Skandinavien scheint die Ablagerung bei Bödahamn auf Oeland (Linnarss l. c. p. 78, 79), eine direkte Fortsetzung unsrer Schicht C_2 zu sein. Hier fand Linnarsson die bei Kuckers so häufige schmale Form von *Strophom. imbrex* Pand.; von hier hat auch Hisinger seine *Atrypa dorsata* beschrieben, die in unsrem Brandschiefer überall verbreitet ist. Die Uebereinstimmung mit dem Chasmopskalk von Westgothland und Norwegen scheint weniger genau zu sein; wenn auch im Allgemeinen das Niveau wie auch Linnarsson annimmt, übereinstimmen dürfte.

3. C_3. Itfersche Schicht.

Nur im östlichen Estland, zwischen Jewe und Wesenberg habe ich dieses Zwischenglied zwischen dem Brandschiefer und der Jeweschen Schicht unterscheiden können.

Es sind harte graue kieselreiche Kalke, zum Theil eisenschüssig, mit mergeligen Zwischenlagen; die Petrefacten finden sich häufig zum Theil verkieselt vor. Zuerst unterschied ich die Schicht bei Itfer im N. von Wesenberg wo sie auch am vollständigsten ausgebeutet wurde; hier liegt sie direkt unter der eigentlichen Jeweschen Schicht und bildeten eine Stufe die sich von Itfer bis Tatters hinzieht; ebenso ist das der Fall bei dem unweit gelegenen Kawast, wo sie am Fuss der aus Jeweschem Gestein bestehenden Terrasse ansteht. Endlich kenne ich die Schicht noch von einem Steinbruch an der Windmühle bei Kohtel, wo sie nördlich von dem beim Gut Kohtel anstehenden Brandschiefer und südlich von der bei Errides anstehenden Jeweschen Schicht begränzt wird.

Es ist eine reine Uebergangsbildung die noch zahlreiche Brandschieferformen wie *Chasmops Odini* var. *Itferensis*, *Porambonites teretior*, *Orthisina Schmidti* Pahlen, *pyramidalis* Pahl. *Echinosphaerites aurantium* u. a. enthält; die auch zum Theil in die Jewesche Schicht übergehn. Eigenthümliche Trilobiten sind *Chasmops Wrangeli* m. und *Sphaerocoryphe Hübneri* m. Die typischen conischen stylolithenartigen Bildungen der Jeweschen Schicht fehlen noch; dagegen beginnt schon *Mastopora concava* Eichw. In der Ausbeutung der Petrefacten dieser Schicht bin ich durch Baron P. Wrangel zu Itfer, nebst Frau Gemahlin, wesentlich unterstützt worden.

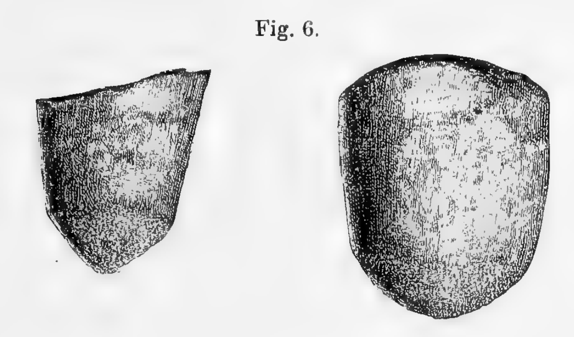
D. Jewesche Schicht.

Die Jewesche Schicht, die ich früher nur als untergeordnete Gruppe (1 b) der Glintschichten betrachtete, zieht sich in bedeutender Mächtigkeit als besondere wichtige Schich-

tenabtheilung durch unser ganzes Silurgebiet hin. Sie beginnt südwestlich von Petersburg in der Gegend von Gatschina, begleitet in einem breiten Streifen beiderseits die baltische Eisenbahn bis zur Luga, wo sie von den vorspringenden devonischen Schichten verdeckt wird. Auch an der Narowa ist sie nicht entblösst; von Jewe an zieht sie sich dann parallel der Nordküste Estlands bis zur Baltischporter Halbinsel, um dann westlich von dieser bis zum NW-Cap Estlands, Spitham, die N.-Küste selbst zu bilden. Ihre Mächtigkeit muss im Petersburger Gouvernement zusammen mit den im Vorigen besprochenen Kalkschichten eine sehr bedeutende sein, da bei Jelisawetino und Wolossowo an der baltischen Bahn, Bohrlöcher von über 200 F. Tiefe angelegt worden sind, ohne dass man die Kalkschichten durchsenken konnte. Im Petersburger Gouvernement bestehn die Gesteine der Jeweschen Schicht fast ausschliesslich aus Dolomiten; in Estland meistentheils unten aus kieselreichen, oben aus mergeligen Kalksteinen. Die Fauna ist eine recht reiche, aber bisher bis auf einen Theil der Trilobiten noch wenig durchgearbeitet. In Estland lassen sich meistentheils zwei, im Westen sogar drei, in Ingermanland nur Eine Schichtenabtheilung unterscheiden, die mit der obern Jeweschen oder Kegelschen Schicht Estlands übereinstimmt, da die tiefern Glieder der Schicht hier wie es scheint nirgends blosgelegt, oder mir wenigstens nicht bekannt geworden sind. Die grossen Steinbrüche in der Nähe von Gatschina, bei Parizy, Siworizy, Wochana sind schon von Kutorga ausgebeutet worden, der hier obersilurische Schichten zu erkennen glaubte, da er eine Leperditia fand (*Isochilina punctata* Eichw.), die er für *L. marginata* Keys. hielt und den *Porambonites ventricosa* Kut. sp., den er für einen *Pentamerus* nahm. Eine ähnliche Fauna wie bei Gatschina finden wir auch weiterhin an der baltischen Bahn, wo ich die Steinbrüche bei den Stationen Jelisawetino und Moloskowizy untersucht habe. Die wichtigsten Petrefacten im genannten Strich, die sämmtlich auch weiter im Westen vorkommen sind namentlich *Chasmops bucculenta* Sjögr., *maxima* m., *Cybele Kutorgae* m., *Lichas deflexa* Ang., *Asaphus* sp., *Orthoceras cf. vertebrale* Eichw., *Orthisina anomala* Schl., *pyrum* Eichw. var., *Orthis lynx*, *Porambonites ventricosa* Kut. sp., *Strophomena Assmussi* Vern. (*heraldica* Kut.), *Str. rugosa* Dalm., *Cyclorinus Spasskii* Eichw. (*Calamopora patellaria* Kut.), *Dianulites petropolitana* Pand. var. und zwei Encrinitenstiele *Pentacrinus priscus* Kut. und *Actinocrinus laevis* Kut., die auch in Estland im ganzen Bereich der Schicht häufig sind ohne dass es gelungen wäre die Kelche zu finden. In Estland ist unsre Schicht zwischen Narva und Jewe nicht blosgelegt.

Von Jewe an, wo ich sie zuerst untersucht habe, ist sie durch das ganze Land zu unterscheiden, namentlich ihre untere kieselige, meist zugleich auch mergelige Abtheilung, die besonders durch eigenthümliche konische mit der Spitze nach unten gerichtete stylolitenartige Bildungen (Fig. 6) charakterisirt wird, deren Natur mir noch unklar ist; man erkennt zuweilen eine undeutliche Längsstreifung und Spuren einer netzartigen Streifung auf ihnen; ich hatte in meiner frühern Arbeit diese räthselhaften Körper mit einem ächteu Receptaculiten, der ebenfalls in der nämlichen Schicht vorkommt, zusammengeworfen und sie als *Receptaculites Eichwaldi* (f. c. p. 232) bezeichnet. Eichwald hat später diesen Namen an-

Fig. 6.



Stylolithenartige Bildungen der Jeweschen Schicht.

genommen und ihn auf den erwähnten ächten Receptaculiten beschränkt, ohne der überall vorkommenden Stylolithenbildungen zu erwähnen, für die ich jetzt als noch räthselhafte Körper keinen passenden Namen in Bereitschaft habe.

Die untere Jewesche Schicht lässt sich verfolgen von Jewe über Kuckers, Perifer, Türpsal, Errides, dann Hohenkreuz, Nömmis bei Kappel, wo an der Bahn eine schöne Entblössung, dann Arknal, Altenhof, Kawast, Loop, Rasik, Moik, Paesküll, nördlich von Kegel nach Kaesal zu, St. Mathias, wo die Kirche auf einem niedrigen, sehr petrefaktenreichen Glint steht, weiter über die Wichterpalsche Küste bei Kirbo nach der Spitze Ristninna, wo sie eine ziemlich ausgedehnte niedrige Felsküste bildet, und von hier nach der NW-Spitze Estlands, Spitham, wo wir niedrige Felsentblössung haben und ausserdem zahlreiche ausgeworfene Petrefacten am Ufer, die von den Dorfbewohnern reichlich gesammelt und den Reisenden angeboten werden. Weiter setzt sich die Schicht auf dem Boden der Ostsee fort, und nimmt wahrscheinlich einen bedeutenden Theil derselben ein, da Geschiebe aus ihr in Nord-Deutschland häufig vorkommen. Die wichtigsten Petrefacten sind etwa folgende, die ziemlich gleichförmig über das ganze Gebiet verbreitet sind: *Chasmops marginata m.*, *maxima m.*, *bucculenta* Sjögr. (seltner als in der oberen Abtheilung), *Wenjukowi* (Käsal), *brevispina m.* (Ristninna), *mutica m.* (Türpsal), *Cheirurus pseudohemicranium Nieczk. Cybele rex var.*, *Conolichas Schmidti* Dames (Paesküll, Wait Gesch.), *Asaphus sp.*, *Illaenus sp.*, *Orthoceras vertebrale* Eichw., *Lituites Dankelmanni* Remelé (*cornu arietis* Vern. non Sow.), zahlreiche Gasteropoden und Bivalven, die noch nicht genauer untersucht sind: *Conularia latesulcata* Eichw., *Orthis calligramma var.* (die nämliche *O. rustica* Eichw. wie in C_2), *Orthisina anomala* Schl. (kleine Form), *O. Schmidti* Pahlen (grosse Form), *Orthis lynx* Eichw. (grosse Form mit punktirter Oberfläche), *Porambonites ventricosa* Kut., *Crania sp. cf. planissima* Eichw. (mit stärkeren Rippen), *Hemicosmites extraneus* Eichw., *Protocrinites oviformis* Eichw., *Echinosphaerites aurantium* (grosse Formen bei Jewe und Kuckers), *Mastopora concava* Eichw., *Dianulites petropolitana var.*, verschiedene Bryozoen, *Dictyonema sp.*, endlich mehrere Schwämme, ein *Aulacopium* bei Kuckers und Türpsal (*Cnemidium radiatum* Eichw.) und eine *Astylospongia* bei Spitham.

Die obere Abtheilung der Jeweschen, oder die Kegelsche Schicht (D_2) lässt sich zuerst

östlich von Wesenberg bei Poll unterscheiden, wo sie im Grunde der Schlucht vorkommt, während auf der Höhe schon Wesenberger Gestein ansteht; weiter nördlich von Wesenberg, bei der Stadt selbst und bei Sommerhusen, dann weiter im Westen an der Bahn, zwischen den Stationen Kedder (nördlich von hier unter Annia bei Lilli) und Rasick bei Pasik, und südlich von Rasick bei Penningby, dann bei Nappel, Jelgimeggi, Friedrichshof, Kegel, Habbinem und Kreuz; weiter westlich anstehend nicht bekannt, aber auf dem Meeresboden gewiss vorhanden, da Geschiebe auf Dago, auf Oeland und in Nord-Deutschland vorkommen. Das Gestein ist meist nicht reich an Petrefacten; wie zu erwarten sind diese nicht an allen Orten von denen der vorhergehenden Schicht verschieden (wie an der intermediären Lokalität von Paesküll); im Allgemeinen kann man aber sagen, dass während die untere Abtheilung noch dem Brandschiefer ähnliche Formen zeigte, hier schon verschiedene Formen der Wesenberger Schicht sich finden. Von den wichtigsten Petrefacten nennen wir: *Phacops* (*Pterygometopus*) *laevigata m.*, *Kegelensis m.*, *Chasmops maxima m* (grössere Form), *bucculenta* Sjögr., *mutica m.* (Sommerhusen), *Cybele Kutorgae m.*, *Lichas* (*Platymetopus*) *illaenoides* Nieszk., *deflexa* Ang. (überall), *Asaphus sp.*, *Lituites Dankelmanni* Rem., sonst die Mollusken noch wenig untersucht, *Orthis lynx* Eichw., *testudinaria* Dalm. (gross), *Orthisina anomala* (gross, überall), *emarginata* Pahlen, *Verneuilli var. Wesenbergensis* Pahl., *Strophomena rugosa* Dalm., *Assmussi* Vern., *Porambonites ventricosa* Kut., *Cyclocrinites Spasskii* Eichw. und verschiedene Chaetetiden und Bryozoen.

Im westlichen Estland lässt sich über der Kegelschen Schicht noch der von Eichwald so genannte Hemicosmitenkalk von Wassalem unterscheiden; ein reiner Encrinitenkalk, der stellenweise fast ganz von Kelchplatten des *Hemicosmites porosus* Eichw. zusammengesetzt ist, der sich nach vollständigen Exemplaren wohl kaum vom *H. extraneus* Eichw. unterscheidet. Ausser Hemicosmiten kommen noch zahlreiche Stiel- und Kelchglieder anderer Crinoiden und viele Chaetetiden und Bryozoen, stellenweise auch Brachiopoden und andere Petrefakten vor. Am weitesten im Osten sehen wir unsere Schicht bei Sack und Uxnorm anstehen, dann weiter im Westen bei Koppelmann über den Ablagerungen der Kegelschen Schicht bei Friedrichshof, diese liegen auch bei Ocht im Grunde des Wassalemer Kalks, der von Ocht über Wassalem nach Padis und bis Paeküll eine zusammenkängende Schicht bildet, die in zahlreichen Steinbrüchen, namentlich bei Wassalem, als schöner, fester, marmorartiger Kalk zu Treppenstufen, Kreuzen und Bauornamenten gebrochen und verarbeitet wird. Zwischen dem festen Encrinitenkalke sind einige lockere Parthieen eingelagert, in denen man die einzelnen Petrefakten deutlicher und vollständiger erhalten kann, darüber folgen dichte weisse Kalksteine, die allmählig in das Wesenberger Gestein übergehen, das den Hemicosmitenkalk überall an seinem Südrande begleitet, so haben wir es südlich von Koppelmann bei Forby, südlich von Wassalem bei Munnalas, bei Padis auf der Höhe von Merreküll und bei Paeküll beim Gut, während das Wassalemsche Gestein beim Dorfe ansteht. Eine weitere Verbreitung nach O und W hat der Hemicosmitenkalk nicht.

Ausser Hemicosmiten finden wir in unserem Gestein noch Theile von verschiedenen anderen Crinoiden, u. a. Bruchstücke des Kelches eines grossen *Anthocrinus*, ferner *Cyathocystis rhizophora m.*, schon ächte Corallen, wie eine eigenthümliche *Catenipora* mit fast cylindrischen Röhren, ferner zahlreiche Bryozoen und Chaetetiden, darunter die neuen Arten *Trematopora pustulifera* Dyb. und *variabilis* Dyb.; von Brachyopoden: *Orthisina anomala*, *Leptaena sericea* u. a.

Wir erwähnten schon oben, dass die Gesteine der Jeweschen Schicht weit verbreitet in Geschieben auf Oeland (wohl auch auf Gotland) und in Nord-Deutschland sind, und dass sie wahrscheinlich einen grossen Theil des Bodens der Ostsee einnehmen. Die losen Blöcke von Segerstad u. a. Arten auf Oeland, die Sjögren und Angelin beschreiben, gehören der oberen Abtheilung mit *Strophom. Assmussi* und *Lichas deflexa* an; in dieser Schicht muss weiter im W. *Chasmops macroura* Sjögr. häufig sein oder gewesen sein, da er als Geschiebe auf Oeland und in der Berliner Gegend häufig, bei uns aber anstehend nicht gefunden ist.

Unter den anstehenden Schichten Scandinaviens finden wir keine direkte Fortsetzung unserer Schicht, an deren Stelle haben wir Schiefer mit Trinucleus; in Norwegen dürften noch am ersten direkte entsprechende Schichten aufgefunden werden, da dort eine grosse, unserm *maxima* ähnliche *Chasmops*-Art, *C. extensa* Bocek, vorkommt, und auch unserm *Cyclorin. Spasskii* Eichw. ähnliche Formen vorhanden zu sein scheinen. Auch auf den brittischen Inseln können wir keine genauen Aequivalente nachweisen, was vielleicht dann möglich sein wird, wenn die wenigen Graptolithen, die wir aus der Jeweschen Schicht haben, näher bestimmt sein werden.

Palaeontologisch gut charakterisirt ist unsere Jewesche Schicht, wenn wir eine schon bearbeitete Gruppe herausgreifen, durch die grosse Mannigfaltigkeit von *Chasmops*-Arten, die sonst nirgends in ähnlicher Anzahl vorkommen.

E. Wesenberger Schicht.

Diese Schicht bildet nach meiner jetzigen Auffassung einen ziemlich schmalen Streifen von geringer Mächtigkeit, der an der W.-Gränze des Petersburger Gouvernements, an der Pljussa (bei Polja) beginnt und sich parallel der Jeweschen Schicht durch ganz Estland bis zur W.-Küste hinzieht. Das Gestein pflegt ein dichter, gelblicher oder bläulicher Kalk (vom Ansehen eines lithographischen Steins) zu sein, der in einige Zoll mächtige Schichten bricht, die durch dünne Mergellager getrennt sind. In Folge dessen erscheinen die Schichtflächen oft überfüllt von wohlerhaltenen Petrefakten, und wittern ausserdem aus den erwähnten Mergellagern noch zahlreiche wohlerhaltene vollständige Exemplare, meist kleine Sachen aus. In Folge der meist guten Erhaltung und des Umstandes, dass die grossen Steinbrüche von Wesenberg schon verhältnissmässig früh bekannt und ausgebeutet wurden, ist die Fauna der Wesenberger Schicht schon jetzt als verhältnissmässig gut bekannt,

besonders im Verhältniss zur Jeweschen Schicht, zu bezeichnen. Der einzige Punkt, den Murchison und Verneuil auf ihrer Fahrt nach Petersburg im Innern von Estland besuchten, Paggar, gehört der Wesenberger Schicht an. Oestlich von diesem Punkte haben wir nur die schon oben erwähnten Steinbrüche an der Pljussa, die von Bock ausgebeutet wurden, und einige an Petrefakten ziemlich arme Entblössungen an der oberen Narowa bei Omut und Olginakrest. Westlich von Paggar haben wir die Wesenbergsche Schicht am oberen Lauf des Isenhofschen Baches beim Dorfe Püllsse, ferner bei Poll, bei Raggafer, endlich in den grossen Steinbrüchen bei Wesenberg (beim Raggaferschen Kruge und an mehreren Stellen an der Bahn). Weiter westlich folgt der Steinbruch bei Körweküll unweit Heinrichshof im Kathrinenschen Kirchspiele, dann bei Wait, wo zugleich aus Geschieben zahlreiche Petrefakten der Jeweschen Schicht gesammelt wurden, die in der Pahlenschen Sammlung in Palms sich befinden. Im SW. von Reval haben wir die oben erwähnten Brüche bei Forby, bei Munnalas und bei Paeküll; an der W.-Küste von Estland kennen wir die Wesenberger Schicht nicht, ebenso auf den Inseln; doch finden wir ihre Geschiebe zahlreich auf Oesel und im N. von Dago, so dass wir Grund haben anzunehmen, dass die Kalkbänke, die im N.-W. von Dago auf den bekannten und gefürchteten Untiefen des Neckmannsgrund bei Hohenholm anstehen, der Wesenberger Schicht angehören. Die Gesteine dieser Schicht sind im W. von Cyclocriniten überfüllt, so dass man hier mit Eichwald wohl von einem Cyclocrinitenkalk, wie bei Munnalas, sprechen kann. Im Uebrigen gehören die Cyclocriniten vorzugsweise dem oberen Horizont der Jeweschen Schicht an. Die Geschiebe von Dago und Oesel, sowie in N.-Deutschland zeigen entweder den ächten Cyclocrinitenkalk mit Wesenberger Gestein, oft mit Ausschluss aller andern Petrefakten oder Gesteine der Jeweschen Schicht, wo die Cyclocriniten mit andern Fossilien gemischt vorkommen.

Die Wesenbergsche Schicht ist im übrigen sehr gleichmässig ausgebildet, so dass wir keine weitern Unterabtheilungen machen können, auch ihre Fauna ist sehr gleichartig, so dass wir uns mit einer einmaligen Aufzählung der am meisten charakteristischen Petrefakten begnügen können. Es kommen namentlich vor: *Phacops* (*Chasmops*) *Wesenbergensis m.*, *P. Nieszkowskii m.*, *Cybele brevicauda* Ang. var., *Encrinurus Seebachi m.*. *Lichas Eichwaldi* Nieszk., *Calymene sp.*, *Isotelus sp.*, *Orthoceras seps* Eichw. und einige noch nicht genauer bestimmte Arten, *Gomphoceras conulus* Eichw., *Murchisonia insignis Eichw. var.*, *Pleurotomaria plicifera* Eichw., *Euomphalus sp.*, *Modiolopsis Deshayesiana* Vern. u. a., *Porambonites gigas m. var.*, *Orthisina Verneuilii* var., *Wesenbergensis* Pahlen, *Orthis lynx* Eichw., *testudinaria* Dalm., *Strophomena deltoïdea Conr.* Vern., *rugosa* u. a. *Leptaena sericea*, *Tentaculites anglicus* Salt., *Streptelasma sp.*, *Calamopora sp.* (in ganz kleinen Stücken), *Dianulites rhombicus* Nich., *Haydeni* Dyb., *Monticulipora Wesenbergiana* Dyb., *Ptilodictya sp.* und andere Bryozoen.

Wie die Jewesche Schicht, so lässt sich die Wesenbergsche nicht deutlich nach Scandinavien und England verfolgen; in letzterem Lande wird sie mit der folgenden, der Lyck-

holmer Schicht, dem Caradoc entsprechen, ebenso wie in N.-Amerika dem Trentonkalk. Nur bei uns, bei der gleichmässigen und reichhaltigen Ausbildung des ganzen Untersilurs, war es möglich, sie durch ihre eigenthümliche Fauna von den oben und unten angränzenden Schichtenabtheilungen zu trennen. Unter den norddeutschen Silurgeschieben ist die Wesenberger Schicht bis auf den Cyclocrinitenkalk wenig verbreitet; die Häufigkeit des letzteren weist darauf hin, dass sie in dieser Form auf dem Boden der nördlichen Ostsee verbreitet ist, der ja wohl einen Hauptheil der im Süden verbreiteten Geschiebe geliefert hat.

Schichtengruppe F.

F_1. Lyckholmer Schicht.

Durch ihre Reichhaltigkeit und mannigfaltige Ausbildung ist diese Schicht eine der bevorzugtesten unserer Silurformation. Sie ist bei uns schon auf Estland beschränkt. Ihre östlichsten bekannten Punkte liegen am unteren Laufe des Rannapungernschen Baches bei Tuddolin und Onorm. Weiter im Westen haben wir reichhaltige Steinbrüche und Entblössungen im Gebiete des Kundaschen Bachs, bei Ruil, Kullina, Forel und Kurküll, dann im Gebiete des oberen Walgejöggi, bei Saximois, Muddis und Lechts; am oberen Laufe des Jeglechtschen Baches, bei Fegfeuer; am Brigittenschen oder Kuiwajöggi bei Neuenhof, Orrenhof und Pachel im Kirchspiele Kosch; am Kegelschen Bache bei Sallentack und Koil, im Gebiete des Fähnaschen Baches bei Kirna mit Munnust, (wo Hr. v. Rosenthal viel gesammelt hat) und Oddalem unweit der Poststation Liwa, dann noch weiter im Westen reiche Fundorte bei Piersal selbst und an einem 7 Werst davon gelegenen alten Felsufer beim Dorfe Turwast; endlich an der W.-Küste bei Neuenhof, Nyby, Sutlep und bei Lyckholm auf Nukoe, dem ältesten bekannten und einem der reichsten Fundorte der Schicht. Auf den Inseln haben wir Ablagerungen der Lyckholmer Schicht auf Worms bei Saxby und auf Dago bei Palloküll, Kertel und Hohenholm (neben Lyckholm die reichste Lokalität). Zahlreiche Petrefakten unserer Schicht stammen auch aus Geschieben, namentlich von Pühalep auf Dago und von Schwarzen im Kirchspiel Nissi, wo Pahnsch gesammelt hat. Die Lyckholmer Schicht scheint recht mächtig zu sein, wenigstens 15 M. Oft lassen sich zwei Gesteinsarten neben einander beobachten: ein weisser, dichter, kieselreicher Kalk, ähnlich dem Wesenberger, mit wenig Korallen und ein grauer mergeliger Kalk, der stellenweise voller Korallen ist. Der erstere scheint unten zu liegen, wie Beobachtungen bei Turwast unter Piersal und bei Palloküll auf Dago gezeigt haben; ausserdem kenne ich ihn namentlich von Forel (wo eine grosse Kalkbrennerei aus ihm betrieben wird), von Neuenhof bei Kosch, vonKirna (Kohhat) und von Oddalem. Der weisse Kalk ist verhältnissmässig ärmer an Petrefakten als der graue, obgleich wesentlich die nämlichen Arten in beiden Schichten vorkommen.

Die Lyckholmer Schicht dürfte, was den Formenreichthum ihrer Petrefakten betrifft,

alle übrigen Schichten unserer Silurformation an Artenreichthum übertreffen, namentlich sind Cephalopoden, Gasteropoden und Korallen in grosser Menge vorhanden. Trilobiten verhältnissmässig nur wenig. Die ächten Korallen (mit Ausschluss der Chaetetiden) beginnen hier in grösserer Menge aufzutreten, nachdem sie schon früher ihren Anfang gemacht (in D_2 und E). Obgleich noch eine Menge Formen unserer Schicht unbeschrieben sind, so hat einerseits Eichwald von Hohenholm und Lyckholm (zunächst nach den Sammlungen von Baron R. Ungern-Birkas) schon eine Menge Arten beschrieben, andererseits auch Prof. F. Römer einen grossen Theil der Petrefakten unserer Schicht nach den ihr entstammenden Geschieben von Sadewitz in Schlesien genauer bestimmt. Viele Arten sind auch schon früher aus dem Leptaenakalk von Dalarne in Schweden und aus den entsprechenden Caradoc- und Balaschichten Englands bekannt geworden. Im Folgenden will ich suchen, die wichtigsten sicher bestimmten Arten aufzuführen.

Phacops (*Chasmops*) *Eichwaldi m.*, *Cheirurus* (*Pseudosphaerexochus*) *granulatus* Ang., *Roemeri m.*, *Sphaerexochus angustifrons* Ang., *Cybele brevicauda* Ang., *Encrinurus multisegmentatus Portl.*, *Calymene senaria* Conr., *Harpes Wegelini* Ang., *Lichas angusta* Beyr., *Dalecarlica* Ang., *Illaenus Roemeri* Volb., *Isotelus sp.*, *Brontens laticauda* Wahlb., *nudus* Ang., *Beyrichia sp.*, *Lituites antiquissimus* Eichw., *Cyrtoceras sphinx m.*, *Orthoceras clathrato-annullatum* F. Roem., *serpentinum* Eichw., *hasta* Eichw., *Conularia cf. trentonensis* Hall, *Tentaculites anglicus* Salt., *Tetradium Wrangeli m.* (Kurküll), *Bellerophon bilobatus* Sow., *conspicuus* Eichw., *Subulites gigas* Eichw., *Murchisonia insignis* Eichw., *bellicincta* Hall, *Pleurotomaria notabilis* Eichw., *Trochus rupestris* Eichw., *Holopea ampullacea* Eichw., *Maclurea neritoides* Eichw., *Modiola incrassata* Eichw., *devexa* Eichw., *Ambonychia radiata* Hall, *Lingula quadrata Eichw.* Leth., *Dinobolus Schmidti* Dav., *Porambonites gigas* Eichw., *Orthis lynx* Eichw., *Sadewitzensis* F. Röm. *Actoniae* Sow., *solaris* Buch. (*porcata* M. Coy), *insularis* Eichw., *Orthisina Verneuili* Eichw., *Leptaena Schmidti* Törnq., *Strophomena tenuistriata* Sow., *Halysites labyrinthica var.*, *Heliolites inordinata* Sow., *dubia m.*, *Plasmopora conferta* E. H., *Streptelasma europaeum* F. Röm. *Petraia silurica* Dyb., *Cyathophylloides fasciculus* Kut., *Syringophyllum organon* L., *Calophyllum darcoceras* Dyb., *Trematopora colliculata* Eichw., *Coccoseris Ungerni* Eichw., *Stellipora constellata* Dyb., *Ptilodictya pennata* Röm., *Tetragonis Murchisoni* Eichw., *Aulacopium cepa* F. Röm., *Astylospongia praemorsa* Goldf., *Dictyonema sp.* u. a.

Die Lyckholmer Schicht hat, abweichend von den beiden vorigen Schichten D und E, eine weite Verbreitung auswärts. Mit der nächstfolgenden, der Borkholmer (F_2) stimmt sie mit dem Leptaenakalk von Dalarne in Schweden und mit den höchsten Untersilur-Schichten in Norwegen, zu denen namentlich die schwarzen Kalke von Porsgrund und Brevig gehören und das Gestein vom Strande bei Holmen, in dem ich selbst hierher gehörige Petrefakten gesammelt habe. In England stimmen der grösste Theil der Caradoc- oder mittleren Balaschichten (nach Sedgwick), die auch dort die artenreichsten sind, gut überein, ebenso ein Theil des Irländischen Untersilur. In N.-Amerika ist der

Trentonkalk ein gutes Aequivalent unserer Schichtenzone. Als Geschiebe scheint das Lyckholmer Gestein nirgends in Deutschland so massenhaft vorzukommen, wie in dem bekannten Lager von Sadewitz in Schlesien, das von Prof. F. Roemer bearbeitet wurde. In den übrigen norddeutschen Geschiebesammlungen die ich durchgesehen habe, spielten hierher gehörige Stücke keine grosse Rolle.

F_2 Borkholmer Schicht.

In engerem Zusammenhange mit der Lyckholmer Schicht und paläontologisch wenig von ihr verschieden, zieht sich längs ihrer Südgränze eine besondere durch ihre Gesteinsbeschaffenheit charakterisirte Zone hin, die wir schon früher als Borkholmer Schicht bezeichnet haben, und jetzt als oberstes Glied der Schichtengruppe F, also überhaupt unserer Untersilurformation ansehn. Die typische Lokalität ist Borkholm im Marienschen Kirchspiel Landwierlands, in dessen grossem Steinbruche am Quellgebiet des Walgejöggi die Schicht in allen ihren Gliedern vortrefflich entwickelt ist. Sie ist hier nicht über 4 M. mächtig. Zu oberst liegen feste, z. Th. dichte, z. Th. krystallinische weissgraue Kalksteine von splittrigem Bruch, mit zahlreichen Korallen und Brachiopoden; darunter kieslige (oft mit grossen Kieselknollen) oder mergelige etwas bituminöse röthlich braune Plattenkalke mit Mergellagen wechselnd. Dann kommen ziemlich lockere, grobkörnige, bisweilen etwas dolomitische Kalke, die ganz von Bryozoen erfüllt sind, aber namentlich auch schöne Exemplare von Gasteropoden und Korallen enthalten. Zu unterst folgt eine Bank von Encrinitenstielen, und dann mergelige oder dolomitische Lager, die schon zur eigentlichen Lyckholmer Schicht gehören. Am reichsten sind die beiden mittleren Schichten. Der Borkholmer weisse Kalk und die darunter liegenden dunkeln Schichten bilden ein sehr constantes Niveau, das sich durch das ganze Gebiet von O nach W verfolgen lässt. Zuweilen nur ist durch Dolomitisirung das Ansehn des Gesteins verändert, so an der Ostgränze der Schicht bei Ruil, Münckenhof und Pastfer. Westlich von Borkholm lässt sich die Schicht verfolgen über Nömküll, Kurro, Kerrafer, Kurrisal, Affel, mit einer Biegung nach S bei Noistfer; dann bei Habbat (Siuge und Suurkülla), Herküll, Röa (an der Raudjaschen Strasse). An der Pernauschen Poststrasse finden wir sie in grossen isolirten Geschiebeblöcken bei Runnafer und anstehend bei Haiba. Weiter westlich kenne ich im Festlande nur beim Gute Nyby eine Korallen- und Encrinitenbank, die das Borkholmer Gestein unverändert zeigt; sonst scheinen hier die Mergelkalke der Lyckholmer Schicht direkt von Obersilurischen Schichten der Jördenschen Zone oder der Borealisbank bedeckt zu werden, ein Grund mehr, die Borkholmer Schicht der Lyckholmer unterzuordnen. An der Ostküste von Dago aber, nördlich von Pühalep, liegt vor dem bekannten obersilurischen Profil von Kallasto, durch einen schmalen Meeresarm getrennt, die kleine Insel Wohhi, an deren Ostufer eine niedrige Felsentblössung, dem ächten Borkholmer weissen Kalk angehörig, sich befindet.

Die Schichten neigen sich hier nach SW, und ihr Einfallen unter die zur Jördenschen Schicht gehörigen Küstengesteine der gegenüberliegenden Küste von Dago ist deutlich.

Obgleich manche der Borkholmer Formen schon bei uns beschrieben sind und andere mit solchen aus dem Leptaenakalk Dalarnes und Englischen Caradocfossilien sowie Petrefakten aus der Trenton- und Hudsongruppe Amerikas übereinstimmen, so thut eine vollständige Durcharbeitung auch hier noch recht Noth. Namentlich sind die zahlreichen oft schön erhaltenen Gasteropoden meist noch näher zu bestimmen; ebenso die Bryozoen. Einstweilen können wir anführen: *Cheirurus* (*Pseudophaerexochus*) *conformis* Ang., *Roemeri m.*, *Sphaerocoryphe sp.*, *Encrinurus sp.*, *Lichas margaritifera* Nieszk., *Calymene senaria* Conr., *Proetus ramisulcatus* Nieszk. (ähnlich *Pr. alaricus* Bill.), *Isotelus gigas*, *Illaenus Roemeri* Volb., *Primitia brachynotha m.*, *Beyrichia sp.*, *Lituites antiquissimus* Eichw., *Orthoceras fenestratum* Eichw., *Murchisonia Nieszkowskii m.*, *Trochonema cf. umbilicata* Hall., *Tryblidium cf. unguis* Lindstr., *Pleurorhynchus cf. dipterus* Salt., *Ambonychia radiata* Hall., *Discina gibba* Lindstr., *Stricklandinia sp. Atrypa imbricata* Dalm., *undifera m.*, *Strophomena expansa* Sow., *tenuistriata* Sil. Syst., *luna* Törnq., *Leptaena Schmidti* Törnq., *Orthis lynx* Eichw., *Sadewitzensis* F. Röm., *Coscinium proavus* Eichw., *Ptilodictya pennata* Röm., *costellata* M. Coy u. a. *Discopora rhombifera m.*, *Retepora* und *Fenestella*-Formen, *Catenipora labyrinthica* var., *parallela m.*, *Heliolites inordinata* Sil. Syst., *Plasmopora conferta* E. H., *Calamopora aspera* var., *Grewingkia buceros* Eichw. sp., *Acanthodes tubulus* Dyb., *Donacophyllum Middendorffii* Dyb., *Calophyllum amalloides* Dyb,, *Cyathophylloidus fasciculus* Kut., *Stromatopora mammillata m.* u. a.

Die Borkholmer Schicht ist in Geschieben über Norddeutschland zerstreut, aber nicht gerade häufig; hierher gehört namentlich auch der Fenestellenkalk Remelés (s. Dames und Berendt, geogn. Beschreib. d. Gegend v. Berlin, 1880, p. 85, 86). Dem Gestein und den Petrefakten nach stimmt auch, wie ich schon früher Gelegenheit zu bemerken hatte, der Leptaenakalk von Dalarne so vollständig mit unserm Borkholmer Kalk überein, dass ich ihn als direkte Fortsetzung betrachten möchte. Unter den Petrefakten des Leptaenakalks sind manche die bisher bei uns nur in der eigentlichen Lyckholmer Schicht gefunden sind, worauf ich kein Gewicht lege, da die Fauna der beiden Schichten auch bei uns nur Ein Ganzes bildet. Von bei uns in F vorkommenden Petrefakten des Leptaenakalks will ioh vorläufig nur folgende nennen, um die Identität zu beweisen: *Cheirurus* (*Pseudosphaerexochus*) *conformis*, *Sphaerexochus angustifrons*, *Harpes Wegelini*, *Bronteus laticauda*, *Primitia brachynotha*, *Orthoceras fenestratum*, (*funiforme* Ang.), *Leptaena Schmidti* Törnq., *luna* Törnq., *Discina gibba* Lindstr., *Propora conferta* E. H., *Syringophyllum organum* u. s. w Die Verwandtschaft mit den Caradocschichten in England und den Trenton- und Hudsonschichten in Amerika beruht auf gleicher Analogie wie die der Lyckholmer Schicht; hier mache ich nur noch auf die nahe Analogie des *Proetus alaricus* der Hudsonformation mit unserem *P. ramisulcatus* aufmerksam.

Noch muss ich bemerken, dass Hr. Bergingenieur J. Lopatin an der mittleren Tun-

guska in O.-Sibirien silurische Lager gefunden hat, die den höchsten untersilurischen namentlich Amerikas entsprechen. Lindström hat unter den Korallen die Gattung *Calopoecia* Bill. nachgewiesen. Unter den Trilobiten ist ein eigenthümlicher *Chasmops* bemerkenswerth.

Obgleich die meisten Gattungen der Borkholmer Schicht mit solchen der nächstfolgenden Obersilurformation übereinstimmen, so ist doch kaum eine specifische Identität zwischen den Arten wahrzunehmen und kein allmähliger Uebergang vorhanden. Zur Annahme einer intermediären Llandoverygruppe, wie Murchison und einige Andere in England sie aufgestellt haben, haben wir keine Veranlassung. Die Sedgwick'sche Eintheilung so wie die alte Murchison'sche passt besser zu unserer Reihenfolge. Ebenso habe ich mich an Ort und Stelle nicht davon überzeugen können, dass Kjerulf's Etage 5 in Norwegen, wie aus dem Verzeichniss der Petrefakten im Veiviser ved Christian. omegn. p. 17 ff. hervorzugehen scheint, eine Mischung ober- und untersilurischer Formen enthält. Vielmehr scheinen auch dort zwei palaeontologisch scharf geschiedene Zonen vorhanden zu sein, deren Klarstellung wir von Hrn. W. Brögger zu erwarten haben.

Obersilurische Formation.

Zur Obersilurformation kann ich weniger neue Angaben hinzufügen als zum Untersilur. Ich kann mich daher kürzer fassen und im übrigen auf meine frühere Arbeit verweisen.

Schichtengruppe G.

G_1 Jördensche Schicht. G_2 Borealisbank. G_3 Raiküllsche Schicht.

Die unterste Abtheilung, G, unserer Obersilurformation besteht aus drei Gliedern, die eine ziemlich gleichmässige Verbreitung über das Land haben. Zu unterst über der Borkholmer und Lyckholmer Schicht liegen mergelige Plattenkalke, ziemlich reich an Petrefakten, die ich zuerst im Jördenschen Kirchspiele bei Jörden und Herküll beobachtete, und demnach Jördensche Schicht benannte. Darauf folgt die Borealisbank, die grösstentheils aus zusammengehäuften Schaalen von *Pentamerus borealis* Eichw. besteht; endlich die Raiküllsche Schicht, die oben meist zahlreich angehäufte Korallen enthält, und unten aus petrefaktenarmen oft dolomitischen Plattenkalken besteht. Die erste und dritte Abtheilung sind in ihren Petrefakten wenig verschieden, daher die Verbindung aller drei Glieder zu einer Gruppe angezeigt war.

Die Jördensche Schicht tritt am östlichsten bei Pastfer auf, wo sie in undeutlicher Ausbildung auf Dolomiten der Borkholmer Schicht liegt; weiter treffen wir sie zwischen Ruil und Pantifer im Walde von Awakand, wo kleine Entblössungen derselben und der Borkholmer Schicht dicht bei einander liegen. Bei Pantifer wurde sie in einem Brunnen unter

der Borealisbank erbohrt; eben so findet sie sich in den grossen Steinbrüchen von Kaarman unter dieser Schicht; weiter bei Pöddrang, Koik im Ampelschen Kirchspiel, Rawaküll, Kardina und St. Annen. Bei Jörden und Herküll kann man einestheils die Auflagerung der Pentamerenbank auf die Jördensche Schicht, andererseits die Auflagerung dieser auf die Borkholmer Schicht beobachten; namentlich in einem Feldgraben bei Herküll, den ich in meiner früheren Arbeit beschrieben, der die reichlichste Ausbeute an Petrefakten der Jördenschen Schicht lieferte, jetzt aber grösstentheils verwachsen ist. Weiter nach W. zu beiden Seiten der Pernauschen Poststrasse tritt sie bei Poll, Russal und Limmat auf, — dann kennen wir sie auf dem Festlande nicht mehr. Im SW. der Insel Dago nimmt sie endlich wieder einen grossen Raum in der Umgegend von Pühhalep und Grossenhof ein, wo sie in mehreren Steinbrüchen aufgeschlossen ist Hierher gehört auch der bekannte Felsabsturz von Kallasto im NO. von Pühhalep und die flache Küste vom Landungsplatz Helterma bis Wachterpä (am Fusse von Kallasto), auf der die Platten der Jördenschen Schicht oft zu Tage ausgehn. Auf der Höhe und landeinwärts von Kallasto findet man zerstreute Pentameren, die hier nicht mehr eine zusammenhängende Bank bilden, wie sie auch schon in der Gegend von Hapsal bei Wenden und Kirrimäggi weniger dicht zusammengehäuft liegen, so dass es hier gelingen konnte, wenn auch selten, ganze Exemplare zu finden. Die Mächtigkeit der eigentlichen Jördenschen Schicht dürfte nicht über 6 — höchstens 8 M. betragen.

Paläontologisch charakterisirt wird sie vorzüglich durch ihre Brachiopoden, wie das auch für die obersilurischen Schichten Gotlands von Lindström hervorgehoben wurde. Die Trilobiten, die für die einzelnen Etagen des Untersilur so bezeichnend sind, gehn hier meist durch mehrere Stufen durch und sind überhaupt in geringerer Zahl vorhanden. So kommen in der Jördenschen Schicht vor: *Calymene Blumenbachii*, *Encrinurus punctatus* und *Bumastus barriensis*, die alle drei auch höher hinauf gehn. Die *Leperditia Schmidti* Kolm. (*L. baltica His. ex pt.*, *E. Hisingeri m.*) beginnt hier und setzt sich, wie die meisten andern Petrefakten, in die Raiküllsche Schicht (G_3) fort. Von Brachiopoden ist besonders bezeichnend *Leptocoelia Duboysi* Vern. sp., ferner eine Form von *Atrypa imbricata*, der untersilurischen aus F sehr ähnlich, dann ein Paar neue kleine Pentameren und *Dinobolus Davidsoni* Salt. von Herküll; nach G_3 setzten sich fort: *Orthis Davidsoni* Vern., *Strophomena pecten* L. sp. und *Rhynchonella aprinis* Vern. Mehrere andere Arten müssen noch genauer bestimmt werden. Anführen könnte ich noch *Orthis Bouchardi* Vern. von Kallasto. Gasteropoden und Pelecypoden sind zwar vorhanden, aber noch nicht näher bestimmt: ich nenne ein schönes *Tryblidium* von Herküll, das ich Hrn Lindström zur Beschreibung zugesandt habe. Die Korallen sind die gewöhnlichen obersilurischen Halysitesarten, unter denen dia *H. agglomerata* Eichw. von Grossenhof auf Dago hervorzuheben ist, *Heliolites interstincta*, *Calamopora aspera* und *gotlandica*, Stromatoporen u. s. w. Von Cyathophylliden nach Dybowski: *Cyathophylloides kassariensis* Dyb., *Densiphyllum Thomsoni* Dyb., *Donacophyllum Losseni*, *Schrencki* Dyb.

Die Borealisbank (G_2), der in Estland sogenannte Muschelkalk, nimmt einen sehr

kenntlichen Horizont ein, der sich durch den grössten Theil des Landes, vom Simonisschen Kirchspiel Wierlands beginnend bis nach Hapsal und, wie oben erwähnt, nach Dago fortsetzt. Er bildet eine Zone, die von O. nach W. sich verschmälert und auf meiner alten Karte schon richtig umgränzt ist; die äussersten Punkte im Osten sind Rachküll, Mohrenhof und Kerro im Simonisschen Kirchspiel. Die westlichsten Punkte auf dem Festlande sind die Station Risti auf dem Wege nach Hapsal, sowie Linden und der niedrige Felsabsturz Pullapae, südwestlich von dieser Stadt. Pullapae ist zugleich der einzige Ort, an welchem ich die untersten Schichten der Plattenkalke von G_3, die hier voller kleiner Bryozoen sind, auf der Pentamerenbank aufgelagert gesehen habe. Die Lokalität von Wallast in Jerwen, wo Eichwald etwas ähnliches beobachtet haben will, hat mir, wie aus meiner früheren Arbeit (p. 17) hervorgeht, viel Sorge gemacht, weil ich sie absolut nicht auffinden konnte. Nach verschiedenen Conferenzen mit Eichwald selbst, ergab es sich, dass das Dorf Wallast, westlich von St. Johannis gemeint sei. Hier ist zwar Pentamerenkalk und in der Nähe auch anstehendes Gestein der Raiküllschen Zone zu sehen, von einer Auflagerung aber keine Spur. Dagegen ist, wie wir schon früher erwähnten, die Auflagerung des Pentamerenkalks auf die Jördensche Schicht an vielen Stellen beobachtet. Wenn man seine Verbreitung auf der Karte genau feststellt, so bildet er an der N.- und S.-Gränze vielfache Einsprünge und Hervorragungen, auch wohl Inseln, die auf Denudationen zurückzuführen sind. Seine Mächtigkeit beträgt nicht über 5 — 6 Meter. Er ist durchaus nur als ein lokaler Horizont zu bezeichnen, wie auch der Charakter seines Auftretens auf Dago beweist, wo er als besonderer Horizont kaum mehr festzuhalten ist. Auch kommt der *Pentam. borealis* ja auch nur bei uns anstehend vor. Das Gestein ist bald kalkig, bald dolomitisch; in ersterem Fall liefert es einen vortrefflichen Kalk, der gegenwärtig im Grossen, namentlich bei Kaarman im Marienschen Kirchspiel gebrochen und gebrannt wird, zur Ausfuhr nach St. Petersburg.

Die Raiküllsche Schicht (G_3) lässt sich, wie oben gesagt, recht deutlich in zwei Horizonten, die einander fast immer begleiten, durch das ganze Gebiet verfolgen. Ihr östlichster Punkt ist Laisholm in Livland, sowie Piep und Sitz (beim Dorfe Wahhoküll) im Marien-Magdalenenschen Kirchspiel Estlands. Sie erscheint ebenfalls auf der Karte im Osten verbreitert und im Westen zu einem schmalen Streifen zusammengezogen. Mit am besten bekannt ist unsere Schicht bei Raiküll, dem Gute des Grafen Keyserling, wo sie sowohl in mehreren Steinbrüchen aufgeschlossen ist, als auch einen kleinen Felsabsturz im Walde in der Nähe des Guts bildet, daher habe ich auch den Namen Raiküllsche Schicht gewählt. Im Westen bilden die grossen Steinbrüche unter Linden am Meeresstrande (bei Pasko) unweit Hapsal, ihren westlichsten Endpunkt auf dem Festlande. Auf Dago rechne ich die Brüche im Keinisschen Kirchspiel auf der Insel Kassar, bei Waimel und Putkas hierher. An Petrefakten ist die Raiküllsche Schicht verhältnissmässig nicht reich, bis auf Korallen, die meist aus den allgemein verbreiteten obersilurischen Arten bestehn; zwei kleine Bryozoen, von Eichwald beschrieben, *Vincularia megastoma* und *nodulosa*, finden

sich überall, gehn aber auch noch in die nächste Schicht über. Ein interessanter Graptolith, *Diplograpsus estonus m.*, ist bei Wahhoküll und Raiküll gefunden, aber noch nicht näher beschrieben. Er ist der jüngste seiner Klasse bei uns. Die Brachiopoden habe ich schon oben erwähnt. Die Gasteropoden und Pelecypoden, sowie die Cephalopoden sind wie in der Jördenschen Schicht vorhanden, müssen aber noch näher bestimmt werden. Von Trilobiten ist ausser den gewöhnlichen obersilurischen Arten *Phacops elegans* Ss. et Boeck. hervorzuheben, der bei Wahhoküll gefunden wurde. Er ist auch in Scandinavien dem tieferen Obersilur eigenthümlich. Als bezeichnendes Fossil unserer Raiküllschen Schicht ist endlich noch *Leperditia Keyserlingi m.* von Lippa bei Raiküll zu nennen, die auch bei Merjama und Laisholm vorkommt.

Das Gestein ist bald kalkig, bald dolomitisch; die Plattenkalke werden vielfach als guter Baustein gebrochen.

Im Auslande haben wir als Fortsetzung unserer Gruppe G vor Allem die tiefste Schichtenabtheilung auf Gotland, die Wisbygruppe, zu nennen, deren Petrefakten un gleich besser ausgebeutet und bestimmt sind. In Norwegen stimmen die Kalke am Ostufer der Insel Malmö in der Christianabucht gut überein, wo ich selbst *Lepertitia Schmidti* und *Phacops elegans* gesammelt habe; am W.-Ufer tritt eine höhere Stufe unserem H entsprechend auf, mit *Lep. baltica* His. und *Pentamerus oblongus.* Mit England ist die Parallelisirung schwierig, wegen der Unklarheit, in der man sich dort noch über die tiefsten Glieder der Obersilurformation befindet. Da unsere Schicht noch unter dem Niveau des *Pentamerus oblongus* liegt und doch zweifellos obersilurisch ist, kann sie nur mit der tiefsten Schicht, der May-Hillgruppe (nach Sedgwick) verglichen werden. In Amerika wird man die Aequivalente in der Anticosti- und Clintongruppe zu suchen haben.

Auffallend ist, dass in O.-Sibirien im Quellgebiet des Olenek und zwischen diesem und dem Wilui von Czekanowski und Maak silurische Ablagerungen aufgefunden wurden, die durch unverkennbar identische Exemplare von *Leptocoelia Duboysi* und *Strophomena pecten* zu unserer Schicht gehören; die Uebereinstimmung ist so gross, auch im Gestein, dass die ostsibirischen Platten vollkommen mit solchen von Herküll in Estland übereinstimmen. Da auch die höher liegenden Kalke mit *Pentamerus estonus* dort ihre Vertreter haben, ist eine direkte Fortsetzung unserer Schichten bis Sibirien wohl annehmbar.

Als Geschiebe kommen unsere Pentameren- und zugehörigen Korallenkalke nebst Gesteinen der Jördenschen Schicht besonders häufig in Lithauen vor, wo die Gesteine mit *Leptocoelia Duboysi* stellenweise so angehäuft liegen, dass Pander sie für anstehend halten konnte, was später von Grewingk widerlegt wurde. In N.-Deutschland sind hierher gehörige Geschiebe seltener, fehlen aber nicht.

Schichtenabtheilung H. Kalk mit Pentamerus estonus Eichw.

Unser oberer Pentamerenkalk mit *Pentamerus estonus* Eichw., der nur eine lokale Variation des *Pent. oblongus* Sow. darstellt, schliesst sich nahe an die vorstehende Schicht an, so dass er an manchen Orten schwer von ihr zu unterscheiden ist. Eine Auflagerung ist nirgends beobachtet, aus der constanten Verbreitung aber am S.-Rande der vorigen Zone können wir eine solche erschliessen, zumal er auch in Gotland schon zur unteren Abtheilung der mittleren gotländischen Schichtengruppe (Mittelgotland) gehört. Am ersten wird wohl noch eine direkte Auflagerung in Norwegen zu constatiren sein, wo ebenfalls, wie oben gesagt, auf der Insel Malmoe in der Christiania-Bucht eine direkte Berührung beider Schichten stattfindet. Die Pentameren bilden in dieser Schicht nicht eine zusammenhängende Bank, sondern sind zerstreut unter andern Petrefakten, und daher auch häufig vollständig erhalten. Die Schicht beginnt im Osten an der Pedja in der Umgebung von Talkhof. Hier finden sich Korallenkalke, denen von Laisholm noch sehr ähnlich, und nur durch das Auftreten von Pentameren (die nicht einmal sicher als *P. estonus* bestimmt werden können, *P. pumilus* Eichw.), die dort fehlen, verschieden. Weiter im Westen geht die Schicht, meist dolomitisch, über Oberpahlen, Pillistfer nach Fennern und Kerro, in dessen Nähe zahlreiche interessante Cephalopoden, u. a. *Orthoceras canaliculatum* Sow. von A. v. Schrenck gefunden wurden. Er reicht schon hier nach Estland hinein, da bei Serrefer südlich von Turgel in einem Steinbruch von Baron G. Schilling *P. estonus* gefunden wurde. An der Südgränze seiner Verbreitung wird er am Nawastflusse zwischen Tammeküll und Kanzo von einem petrefaktenleeren Sandstein überlagert, den wir früher für devonisch hielten, der aber nach den Untersuchungen von Grewingk bei Torgel, die ich später bestätigt habe, noch silurisch sein muss, da eben bei Torgel dieser Sandstein von einem Kalkmergel bedeckt wird mit Petrefakten der nächsten Zone I (der unteren öselschen), der seinerseits erst von devonschen Sandsteinen mit Fischresten und *Aulacophycus* bedeckt wird (s. meinen Artikel: Ueber die Pteraspiden aus den obersilurischen Schichten Galiziens. St. Petersburg, 1873, p. 20, in den Verhandl. d. mineral. Gesellsch.). Weiter westlich finden wir unsern Pentamerenkalk bei Raiküll (Nudi), Jerwakant und Walk, wo er stellweise auf grossen Flächen fast ganz entblösst ist, namentlich bei dem verlassenen Gebäude von Nudi, das durch die reichen Sammlungen, die in jetzt verlassenen Steinbrüchen von Graf Keyserling und A. v. Schrenck angelegt wurden, bei uns einen Namen erhalten hat. Hier fand sich namentlich der seltne Trilobit *Bronteus signatus* Phil., *Strophomena euglypha* Sow. und *Atrypa reticularis* L. schon ganz wie in der nächsten Zone, daneben aber noch, freilich in etwas abweichender Form: *Leperditia Schmidti* Kolmod. der Jördenschen Schicht. Die in Scandinavien (Gotland und Norwegen) für diese Schicht charakteristische ächte *Leperditia baltica* His. ist leider nicht gefunden. Weiter im Westen haben wir den oberen Pentamerenkalk am Koschschen Bach (Nebenfluss des Kassargen) und bei

Schwengel unter Fickel; endlich in sehr reicher Ausbildung in der Strandwiek bei Kattentack, Keskfer und Ruhde, wo neben Pentameren namentlich sehr schön ansgebildete Korallen vorkommen, unter denen *Syringopora bifurcata*, *Calamopora gotlandica* und verschiedene *Halysites*-Arten, wie *H. distans* Eichw. und *exilis* Eichw. ins Auge fallen. Auch die *Darwinia speciosa* von Dybowski und *Bronteus signatus* kommen hier vor, sowie ein grosser Bellerophon, *B. dilatatus* Sow. und ein grosser *Euomphalus*, den ich vorläufig *E. undiferus* genannt habe. Die übrigen Trilobiten sind die gewöhnlichen oben genannten obersilurischen: *Encrinurus punctatus*, *Bumastus barriensis*, *Calymene Blumenbachii.* Bei Raiküll und weiter nach W. besteht das Gestein schon nicht mehr aus Dolomit, sondern aus mergeligem Kalk, daher auch die gute Erhaltung der Petrefakten.

Ueber die Aequivalente unserer Schicht in Scandinavien, auf Gotland (die untere Abtheilung von Mittelgotland besonders entwickelt auf Karlsö und bei Slite) und in Norwegen haben wir schon gesprochen. In England gehört hierher der Pentamerenkalk an der Basis der Obersilurformation, der von Murchison zur intermediären Llandoverygruppe gezogen wird. In N.-Amerika wird der Clintonkalk als parallel gelten können, der ebenfalls durch *Pentam. oblongus* charakterisirt wird. Im fernen Osten haben wir auch für diese Gruppe wie für die vorige Aequivalente. So gehört hierher der von Graf A. Keyserling entdeckte weisse Kalk an der Waschkina im Petschoralande, nahe am Eismeer, der durch *Pentamerus samojedicus* Keys. eine Localvarietät des *Pent. oblongus* und durch die ächte *Leperd. marginata* Keys. charakterisirt wird, die wir früher auch bei uns nachweisen zu können glaubten. In Ostsibirien kommen Kalke ebenfalls mit lokalen Variationen des *Pentam. oblongus* und zahlreiche Korallen an der unteren Tunguska vor, wo sie durch Czekanowski entdeckt wurden.

In norddeutschen Geschieben scheinen die hierher gehörigen Gesteine nicht sehr verbreitet zu sein, doch habe ich ostpreussische Geschiebe mit *Lep. baltica* His. in der reichen Sammlung des Hrn. Mascke in Göttingen gesehn.

Schichtenabtheilung I. Untere Oeselsche Schichtengruppe.

Sie ist vorzugsweise im südwestlichsten Estland und an den steilen Nordküsten von Mohn und Oesel entwickelt. Grösstentheils besteht sie aus Dolomiten und eingelagerten Mergeln, nur der westlichste Oeselsche Pank (Steilküste) auf der Halbinsel von Taggamois besteht aus Kalkstein. Die Schicht beginnt im Osten wie erwähnt an der Nawast, und ebenso am Fennernstrom über den dortigen Pentamerengesteinen mit Sandsteinen, die bei Torgel von grauen Mergeln gedeckt werden, wie sie ganz ähnlich auch bei Pörafer anstehend vorkommen, mit *Encrinurus punctatus* und grossen *Ptilodyctien* (s. meine Schilderung der Localität in dem Artikel «Ueber die Pteraspiden» in d. Verh. d. Mineral. Gesellsch., St. Petersb.

1873). Weiter weslich sind es nur flach ausgebreitete Plattendolomite, die meist wenig erkennbare Petrefakten führen. Doch ist eine reiche Localität bei Kerkau von Graf Keyserling entdeckt worden (in einem Graben, der jetzt auch verwachsen ist), wo in einem dolomitischen Trümmergestein eine reiche Sammlung von schönen Steinkernen gemacht werdenkonnte, unter anderen viele Acephalen, *Spirifer crirpus*, *cyrtaena* und verhältnissmässig viel Trilobiten, ausser den obengenannten *Proetus concinnus* und 2 Lichasarten: *L. ornata* Ang. und *gotlandica* Ang., von denen ich den zweiten auch unweit der Kirche St. Jacobi in einem Steinbruche gefunden habe. Hier liegt an der N.-Gränze der Schicht ein petrefaktenleeres Mergellager am Bache bei Jeddefer (über eine Werst lang in niedriger, 10 F. hoher Felswand über dem Bach anstehend), das etwa die Stelle des oben erwähnten Sandsteins einnimmt. Auf der Strecke von Kirrefer über Leal nach Werder tritt das Gastein sehr oft zu Tage. Es ist oben ein cavernöser Dolomit, oft hart und kieselig, unten ebenmässige Platten: im Innern blau von fein vertheilter organischer Substanz, nach aussen gelb. Diese Platten nehmen grosse Flächen ein und werden durch grosse cylindrische Stylolithen charakterisirt. Ganz unten bestehen sie oft aus lockeren dolomitischen Mergeln (mit *Encrinurus punctatus*, *Atrypa reticularis*). Diese Mergel treten zuerst auf am Fuss einer deutlichen Terrasse, die von Kirrefer nach Klosterhof sich hinziehend, hier deutlich über die nördlicher jenseit des Kasargenbachs angränzende Zone H hervortritt. Ebenso bildet die Matzalsche Bucht eine deutliche Gränze zwischen den Zonen I und H, welche letztere meist von Geröll bedeckt am N.-Ufer der Bucht unter das Meeresniveau einschiesst, während die Zone I als niedrige Terrasse am S.-Ufer der Bucht ansteht. Weiter westlich bei der Hoflage Friedrichshof unter Sastama und bei Moisaküll bildet sie auch höhere (5—6 M.) Felsterrassen. Die Südgränze der Schicht auf dem Festlande ist westlich von Torgel durchweg von Schuttland bedeckt, so dass hier keine Beobachtungen über ihr Verhältniss zur auflagernden devonischen Formation gemacht werden konnten. Im nördlichen Theil der Insel Mohn haben wir, wie ich schon früher beschrieben (l. c. p. 155), drei aufeinanderfolgende Felsterrassen; am Fusse der untersten (d. Igo-Pank), der auch die am N.-Ende der Insel Schildau blosgelegte Felswand entspricht, haben wir den oben erwähnten lockeren Dolomitmergel, der hier, und namentlich auf Schildau schon recht zahlreiche Petrefakten enthält, die vollkommen denen der typischen Lokalität von St. Johannis entsprechen. Darüber folgt der schon erwähnte gelbe Plattenkalk, und ganz oben das cavernöse Gestein. Die letzteren beiden Gesteinsschichten scheinen sich zu wiederholen, da sie in der 2ten und 3ten Terrasse ganz in derselben Form auftreten. Auf der Höhe der dritten Terrasse beim Dorfe Koggowa wurde in einem Brunnen *Spirifer elevatus* His. und *Atrypa Prunum* His. gefunden, was darauf hinweisen würde, dass hier schon die obere Oeselsche Schicht beginnt und dass diese wahrscheinlich auf der Karte die grössere südliche Hälfte der Insel Mohn einnehmen muss; auf das Festland geht sie aber bestimmt nicht über. Auf Oesel beginnt an der NO.-Küste bald nördlich vom Ueberfahrtspunkt Orrisaar am kleinen Sunde eine niedrige Felsküste aus dolomitischen Gesteinen, die denen der N.-Küste Mohns entsprechen; am höchsten erhebt sie sich (etwa 4 — 5 Meter)

kurz vor der Kirche St. Johannis, die ganz flach liegt. Nördlich von dieser ziehen sich am Meeresstrande auf mehrere Werst lockere Kalkmergel hin, die vortrefflich erhaltene Petrefakten führen, die von der Brandung ausgewaschen am Ufer umherliegen. Am höchsten erhebt sich dieser Mergel als niedrige Felswand am Paramäggi (etwa 1,5 M.) 2 Werst nördlich von St. Johannis. Ein ähnliches Gestein steht auch weiter nordwestlich am Strande von Rannaküll an. In diesen Mergeln haben wir eine ganze Fülle von Petrefakten, die die Lokalität von Johannis zur typischen unserer Schichtenzone I machen. Ich nenne namentlich: *Calymene Blumenbachii*, *Encrinurus punctatus*, *Proetus concinnus*, *Cyphaspis elegantulus* Lov., *Bumastus barriensis*, *Beyrichia Klödeni* M. Coy, *Orthoceras annulatum* Sow., *canaliculatum* Sow., *Euomphalus sculptus* Sow., *funatus* Sow., *Turbo striatus* Sow., *Spirifer crispus* Dalm., *cyrtaena* Dalm., *Rhynchonella Wilsoni* N. V. K., *bidentata* His., *Atrypa reticularis* L., *Leptaena transversalis* Dalm., *Orthis elegantula* Dalm., *hybrida* Sow., *rustica* Sow. (*osiliensis* Schrenck), *Strophomena depressa* Dalm., *euglypha* Dalm., *Cornulites vagans* Schrenck, *Tentaculites ornatus* Sow., *Propora tubulata* Sil. Syst., *Calamopora gotlandica* Goldf., *Catenipora distans* Eichw., *exilis* Eichw., *Ptychophyllum patellatum* Schl., *Campophyllum irregulare* Dyb. und andere Cyathophylliden.

Auf dem gegenüberliegenden Ufer von Mohn, auf der Spitze von Koggowa-sär fanden sich ausgewaschen noch schöne Exemplare von *Euomphalus discors* Sow. und das einzige Exemplar eines bei uns angetroffenen *Acidaspis*, der dem *A. Hughesi* Salt. zu entsprechen scheint. An der Nordspitze der Insel Keinast steht ein ähnlicher petrefaktenreicher Mergel an, wie bei St. Johannis, in dem ich u. a. noch ein Exemplar von *P. estonus* fand, zum Zeichen, wie nahe die Schichten H und I zusammenhängen. Weiter im Westen haben wir den 100 F. hohen Mustelpank, der ganz aus Dolomiten besteht: ganz unten in ihm finden sich zahlreiche Steinkerne, die den Petrefakten von Johannis entsprechen, und schöne Korallen, noch mit denen von Kattentack (in H) übereinstimmend. In den Plattendolomiten der höheren Schichten wurden keine deutlichen Petrefakten gefunden; wohl aber etwas südlicher bei Kiddemetz, wo in einem Steinbruche neben *Leperditia Eichwaldi* m., besonders *Rhynchonella diodonta* Dalm. und *Strophomena euglypha* Dalm. häufig waren. Der in zwei Terrassen abfallende Ninnasepank stimmt mit dem Mustelpank überein; nur in den unteren Niveau's finden sich wohlerhaltene Steinkerne. Die Felsküsten von Taggamois sind schon kalkig, und nehmen damit schon den Gotländer Charakter an, wo Dolomite fast ganz fehlen; es sind besonders zwei Felsküsten hervorzuheben, der Surikopank an der NO.-Küste und der Hundwapank (niedriger) an der NW.-Spitze beim Hause der Strandwache; hier kommen schon verschiedene Crinoidenköpfe vor, die auf Gotland häufig, bei uns aber sehr selten sind. Im Uebrigen zeigt die Fauna keinen Unterschied von den östlicher gelegenen Felsküsten; die tiefsten Schichten bestehen aus Mergeln, wie bei St. Johannis; die höheren aus krystallinischen Kalken, die wenig abweichende Petrefakten enthalten: *Orthis rustica* Sow. nebst *Rhynchonella borealis* Schl. und *cuneata* Dalm. sind hier häufig. Auf der Höhe der Taggamoisschen Halbinsel beim Gute Taggamois treten in einem Steinbruche Mergelkalke

mit *Strophomena euglypha*, *Halysites*-Arten, *Thecia Swindernana* und *Eridophyllum rugosum* E. H. auf. Alle diese Ablagerungen entsprechen immer noch mehr den tieferen und mittleren Gliedern der mittelgotländischen Stufe; der obere Theil derselben, der durch *Pentamerus conchidium* charakterisirt wird, scheint bei uns kaum vertreten zu sein; nur einmal habe ich südlich von Taggamois ein Stück von *Spirifer Schmidti* Lindstr. gefunden, der auf Gotland dieser oberen Stufe vorzugsweise angehört.

In England stimmt unsere Schicht I mit dem eigentlichen Wenlockkalk gut überein, in Amerika mit dem Niagarakalk, im Vergleich mit beiden ist aber ihre Fauna viel ärmer. In Europa haben wir aber noch ein Parallelglied, nämlich in der unteren Abtheilung der silurischen Schichten am Dniestr in Galizien und Podolien[1]), die ihrer Fauna nach vollkommen mit unserer und der gotländischen übereinstimmt, nur dass sie ebenfalls etwas reicher als unsre ist.

Schichtengruppe K. Obere Oeselsche Schicht.

War die vorige Abtheilung auf Oesel fast nur an den Steilküsten des Nordens und Ostens entwickelt und erstreckte sich nur unbedeutend ins Land hinein, so nehmen die jetzt zu besprechenden obersten Oeselschen Lager den grössten Theil der Insel ein und treten, ausser in Steinbrüchen, nur in den niedrigen Felsküsten des Westens zu Tage. Daher sind sie in ihrer Mächtigkeit auch nur in geringem Grade blosgelegt. Ausser in meiner oft erwähnten früheren Arbeit über unsere Silurformation, p. 61, habe ich mich über unsere obersten öselschen Schichten noch einmal später ziemlich ausführlich ausgesprochen, in der Einleitung zu meinem Artikel: «über *Thyestes verrucosus* und *Cephalaspis Schrenckii*» in den Verhandl. d. mineral. Gesellsch., St. Petersb. 1865. Den hier ausgesprochenen Angaben habe ich wenig hinzuzufügen, da ich in letzterer Zeit vorzugsweise nur die festländischen Silurbildungen genauer studirt habe.

Die oberen öselschen Schichten erscheinen in zwei, wie es scheint, gleichzeitigen Facies, von denen die eine, vielleicht etwas jüngere, aus grauen Gesteinen besteht und den Süden der Insel, sowie die Halbinsel Sworbe einnimmt, während die andere, vorzugsweise aus gelben Gesteinen bestehend, den mittleren Theil sowie den Westen der Hauptinsel einnimmt.

Der östliche Theil des Gebiets unserer Schicht, nach dem kleinen Sunde zu, ist etwas abweichend gebildet. Ich erwähnte schon oben, dass auch auf Mohn aus einem Brunnen des Dorfes Koggowa, nahe am kleinen Sunde, Gesteine der oberen öselschen Schicht mit *Atrypa Prunum*, *Spirifer elevatus* His., ich füge noch hinzu *Retzia Salteri* Dav. ge-

1) S. meine Bemerkungen über die podolisch-galizische Silurformation und deren Petrefakten. Verhandl. d. mineaal. Gesellsch. St. Petersb. 1875, p. 1—21.

brochen seien. Das Gestein erinnert vollkommen an das der Umgebung von Arensburg, also unserer südlichen Facies; es ist ein grauer Kalk, während sonst auf Mohn nur gelbe petrefaktenleere Dolomite gebrochen werden. Ich selbst habe leider den Brunnen nicht gesehn; die erwähnten Proben wurden von einem Bauern, der den Sammeleifer des Pastors, meines Onkels, des Superintendenten Schmidt, kannte, aufs Pastorat gebracht. Es ist immerhin noch die Möglichkeit vorhanden, dass sie von wo anders herstammen. Auf Oesel sind am kleinen Sunde und landeinwärts bei Peude nur ähnliche Plattendolomite wie auf Mohn zu sehn; nur an einer Stelle, schon südlich vom kleinen Sunde, bei Keskfer, konnte ich in diesen Dolomitplatten die *Pterinea reticulata* His. erkennen, wonach die Platten zur Schichtengruppe K zu stellen sind. Auf der südöstlichen Halbinsel Kibbasaar sehen wir im W. die obenerwähnten Plattendolomite, im Osten an einem kleinen Felsvorsprunge ein Conglomerat von Bivalven und Gasteropoden, unter denen ich *Pterinea reticulata* und *retroflexa* His., sowie *Murchisonia cingulata* zu erkennen glaube, wonach diese Stelle ebenfalls zu K gehören würde. Weiter im Innern, bei Wolde und Karris, finden sich wieder Plattendolomite, deren Hingehörigkeit schwer zu bestimmen ist. Die grauen Kalke der südlichen obenerwähnten Zone beginnen östlich von der S.-Küste bei Neu-Löwel, wo sie noch dolomitisch sind, aber die typischen Petrefakten dieser Zone: *Atrypa prunum* Dalm., *Spirifer elevatus* His., *Orthis canaliculata* Lindstr. und grosse über Zoll dicke Encrinitenstiele, die noch nicht sicher gedeutet sind (gewöhnlich bei uns als *Cratalocrinus rugosus*), deutlich erkennen lassen. Weiter im Westen herrschen nun schon krystallinisch-kalkige Schichten mit denselben Petrefakten vor, die durch dünne Mergellager getrennt werden, so bei Ilpel, Röa, Pichtendahl, Kasti, Töllist, Sandel und von Arensburg bis zum Kaugatoma pank auf der W.-Küste von Sworbe. Es treten an Petrefakten hinzu: *Pterinea reticulata* und *retrofloxa* His., *Retzia Salteri* und *Baylei* Dav., *Chonetes striatella* Dalm., *Ptilodictya lanceolata*, *Tentaculites curvatus* Boll. und *inaequalis* Eichw., *Calamopora cristata* E. H., *Cyathophyllum articulatum* His., *Spongophyllum contortiseptum* Dyb.; von Trilobiten nur: *Calymene Blumenbachii* und *Proetus latifrons* Nieszk. Bei Sandel treten schon kleine Fischschuppen auf. Bei Lode, unweit Arensburg, fehlen die grossen Encrinitenstiele, dafür finden sich zahlreiche kleine Cyathophyllen und Bryozoen. Der Kaugatoma pank auf Sworbe besteht oben aus dem erwähnten, hier röthlich grauen, krystallinischen Kalk, darunter folgen Mergellager, mit festeren Schichten wechselnd, aus denen zahllose Exemplare von *Spirifer elevatus*, *Retzia Salteri*, *Rhynchonella nucula*, *Capulus calyptratus* Schrenck., *Orthoceras Schmidti* Boll. u. a. auswittern; darunter am Fuss des Panks Korallenkalke, in denen *Syringopora reticulata* His. vorherrscht; endlich, im Niveau des Meeres, in dieses hineinreichend wieder Plattenkalke mit grossen Encriniten und *Calymene Blumenbachii*, *Proetus latifrons*, *Chonetes striatella* Dalm., *Strophomena filosa* Sow., *depressa* Dalm., *Ptilodictya lanceolata* u. a.

Wohl der interessanteste Punkt der südlichen Oeselschen Zone ist der Ohhesaare pank bei Jamma, an der SW.-Küste von Sworbe, interessant namentlich dadurch, dass

seine Gesteine am besten den in N.-Deutschland weit verbreiteten Beyrichien- und Chonetenkalken entsprechen. Er zieht sich etwa eine halbe Werst in einer Höhe von 10 F. am Meeresstrande hin. Hier fehlen die grossen Encrinitenstiele; wir haben einen Wechsel von grauen krystallinischen Kalken und Schieferthonen oder Mergeln. Die unteren Kalke haben eine sandige Beimischung und zeigen häufig Schuppen von *Pachylepis* Pand., *Onchus*-Stacheln und andere Fischreste, die sämmtlich noch von Pander beschrieben sind. Ein schöner Zahn des *Monopleurodus ohhesaarensis* Pand. ist später gefunden und noch nicht publicirt. In den Mergeln finden sich häufig schöne vollständige Exemplare der *Grammysia cingulata* His. nnd *Orthoceras Schmidti* Boll., nebst grossen seltneren Exemplaren von *Calymene Blumenbachi.* Auf den Schichtflächen zahlreiche Bivalven. Die oberen Kalke sind überfüllt von Beyrichien, namentlich *B. tuberculata* Klöd. und *Wilkensiana* Jones, nebst *Chonetes striatella* Dalm., *Rhynchonella nucula* Sow., Tentaculiten und den übrigen oben angeführten Arten. Dybowski hat von hier auch drei Chaetetiden beschrieben: *Dianulites elegantulus*, *Callopora maculata* und *Trachypora porosa.*

Die nördliche gelbe Zone unserer Schicht K beginnt deutlich nördlich von Arensburg bei Ladjal, Uddafer, Randfer, Karmel, Pechel und geht westlich über Padel (hier der reichste Punkt im Dorfe Koggul), Kergel nach Kielkond und Lümmanda; im Norden ist sie bis Mustelhof und Piddul zu erkennen. Sie besteht oben oft aus krystallinischen Kalken, unten meist aus petrefaktenleeren Plattendolomiten, die zuweilen zu mächtigen Bänken anschwellen, wie in den Steinbrüchen von Kuigo ank, aus dem das Material zu dem Arensburger Schloss und zu sämmtlichen öselschen Werstpfosten herstammt. Das Gestein ist frisch gebrochen weich und leicht zu bearbeiten, erhärtet aber später und wird daher noch vielfach zu Ornamenten verarbeitet. Die oberen kalkigen Lager sind stellweise sehr reich an Petrefakten, neben grossen Stromatoporen und Korallen, wie: *Syringopora reticulata* His., *Calamopora Hisingeri* E. H., finden sich namentlich häufig: *Leperditia phaseolus* His. Koln. (L. Angelini m.), *L. grandis* Schrenck (bei Lümmanda), *Orthoceras imbricatum* Wahl., *virgatum* Sow., *Murchisonia cingulata* His., *Pleurotomaria undata* Sow., *Lucina prisca* His., *Megalomus gotlandicus* Lindstr. (Koggel), *Goniophora cymbaeformis* Sow. (Koggul), *Avicula Danbyi* M. Coy (Koggul), *Spirigerina didyma* Dalm., *Rhynchonella nucula* Sow., *Chonetes striatella* Dalm.

An der Westspitze Oesels, bei Hoheneichen, Attel und Karral scheint der graue Kalk der südlichen Zone in den gelben der nördlichen allmählig überzugehn. Die Petrefakten finden sich zum Theil gemischt. Beim Gute Hoheneichen findet sich in den oberen Kalken die *Labechia conferta* Lonsd. häufig; am Kattripank, südlich von diesem Gute, steht am Meeresstrande eine Stromatoporenbank an, unter der mergelige Schichten folgen mit *Syringopora reticulata*, *Rhynchonella diodonta* Dalm. und zahlreichen cylindrischen Aesten der *Laceripora cribrosa* Eichw. (auch bei Karral und Attel), die ein dichtes Gewirr bilden. Am Fusse des Pank stehen feste dunkle Kalke an mit *Leperditia sp.* (ähnlich *Eichwaldi m.*) und einem neuen *Spirifer*; das Gestein ist ähnlich dem in norddeutschen Geschieben so ver-

breiteten obersilurischen Graptolithengestein und könnte mit ihm zusammenhängen. Diesem Gestein gehört bekanntlich ja auch der vielumstrittene *Cyathaspis integer* Knuth an. Ich habe das Stück im Berliner Museum gesehn und muss die Rücken- und Bauchplatten durchaus für zusammengehörig halten. Die oben erwähnten unteren Plattendolomite erhalten in der Gegend von Kielkond und Rootsiküll eine besondere Bedeutung durch das häufige Vorkommen des *Eurypterus* und der ganzen ihn begleitenden eigenthümlichen Fauna. Ich habe allerdings auch weiter im Osten, in den Plattendolomiten bei Uddafer, Ladjal und Magnushof und im Westen bei Attel, wo sie unter dem krystallinischen gelben Kalk mit *Murchisonia cingulata* und *Spiriferina didyma* lagern, Reste von *Eurypterus* gefunden, aber nirgends wird er so reichlich und schön gefunden, wie in zwei kleinen Steinbrüchen beim Gesinde Wita, zwei Werst von Rootsiküll, nach Attel zu. Durch frisches Aufbrechen und Zerschlagen der erhaltenen Blöcke, die sich eben frisch sehr leicht bearbeiten lassen, kann man reiche Sammlungen von Eurypteren mit allen Details erhalten, von denen ich im Revaler Museum einen grossen Vorrath angelegt habe. Unser Eurypterus wird am besten *E. Fischeri* Eichw. zu nennen sein, da er mit dieser zuerst von Fischer aus Podolien als *E. tetragonophthalmus* bekannt gemachten Art identisch ist. Früher nannten wir ihn wohl allgemein *E. remipes* Dek., doch lassen sich einige Unterschiede von der Amerikanischen Art nachweisen. Die Nieszkowskische Beschreibung nebst den kleinen Nachträgen die ich später (Archiv für Naturk. Est.-, Liv.- u. Kurl. Bd. II, p. 470) dazu gegeben, ist vollständig genau, obgleich später einige Punkte von Dr. H. Woodward angezweifelt wurden; der beweglichen Platten auf der Unterseite sind der Zahl nach 6. Die ersten drei mit einem Längszipfel in der Mitte, die letzten drei nur mit einer Faltenlinie an dieser Stelle.

Ausser *Eurypterus* kommen Theile eines grossen *Pterygotus* vor; den Kopf haben wir noch nicht vollständig, wohl aber die Scheeren, die Ruderfüsse nebst Grundgliedern, das *Metastoma*, die Leibesglieder und die grosse Kiemenplatte der Unterseite. Ausserdem finden sich hier die von Eichwald und Nieszkowski beschriebenen Crustaceen: *Bunodes lunula* Eichw. und *rugosus* Nieszk., *Exapinurus Schrenckii* Nieszk. und *Pseudoniseus aculeatus* Nieszk. Spätere vollständigere Funde, die noch zu verarbeiten sind, haben gezeigt, dass alle diese Formen auf zwei Bunodesarten, *B. lunula* und *rugosus* zurückzuführen sind. *Bunodes* selbst aber wird, wie mir Dr. Woodward im brittischen Museum nach den Nieszkowskischeo Zeichnungen nachgewiesen hat, mit der Gattung *Hemiaspis* Salt. zu identificiren sein. Ausser den genannten Crustaceen kommen im nämlichen Steinbruch noch zwei Fische aus der Gruppe der Cephalaspiden vor: *Tremataspis Schrenckii* m. (früher von Pander nach unvollständigen Stücken zu *Cephalaspis* gezogen) und *Thyestes verrucosus* Eichw., die ich in dem oben angeführten Artikel ausführlich beschrieben habe. Beide sind bisher sehr selten. Ausser den genannten Köpfen (die übrigen Theile sind nur in Spuren erhalten) finden sich in einer kleinen Entblössung an einem 3 Werst westlicher gelegenen Bache beim Gesinde Wessiko Maddis über den Plattenkalken mit *Eurypterus* in der obersten mergeligen Schicht zahlreiche Schuppen der Gattung *Coelolepis* Pand., neben andern von Pander be-

hriebenen Schuppen und Schildern, zusammen mit einer Unzahl von *Platyschima helicites* Sow. sp., *Leperditia phaseolus*, *Murchisonia cingulata* und andere Petrefakten der gelben Kalke.

Der *Tremataspis* wurde auch weiter nach Süden bei Hoheneichen in einem petrefaktenarmen Plattenkalke unter dem dortigen Korallenkalk mit *Labechia conferta* gefunden.

Was das Verhältniss der gelben Kalke mit den Eurypterenschichten zu den grauen Kalken betrifft, so könnten sie, wie die Uebergangsglieder bei Karral und Attel zu zeigen scheinen, auch als gleichzeitig angesehen werden, wobei die grauen Schichten, und namentlich der Ohhesaarepank, wegen ihrer Beimischung von Sand und Thon mehr als Küstenbildungen anzusehn wären. Auf Gotland bei Oestergarn liegen die Eurypterenplatten unter den Kalken mit *Atrypa prunum*, wie ich das schon anderweitig hervorgehoben habe.

Die nächste Uebereinstimmung zeigt unsere oberste Oeselsche Schicht mit den obersten Gotländer[1]) Schichten, namentlich wie sie im Osten bei Oestergarn ausgebildet sind. Die Uebereinstimmung ist eine derartige, dass wir eine unmittelbare Fortsetzung annehmen müssen. Ebenso zeigen die obersten Silurschichten im Dniestrgebiet in Podolien und Galizien eine grosse Uebereinstimmung sowohl mit den Gotländer als unseren obersten Silurschichten. Die obersten Silurschichten Norwegens (Etage 8 bei Kjerulf) scheinen ebenfalls zu stimmen. In England wird die Ludlowformation ein sicheres Aequivalent abgeben. Ich habe schon früher (in meinem obenerwähnten Artikel über Pteraspis) darauf aufmerksam gemacht, dass sowohl in Galizien als in England die obersten Silurschichten in sandige Bildungen mit Cephalaspiden übergehn, die von den ächten devonischen Schichten getrennt sind. In England ist der Tilestone, der als Uebergangsglied zum Devon gilt, neben Fischresten noch von *Platyschisma helicites* überfüllt, die doch bei uns ächt silurisch ist. Sollte es nicht passend sein, auch die englischen Cephalaspisschichten dem Ober-Silur unterzuordnen?

In N.-Amerika, wo wir wohl die vollständigste Schichenfolge vom Silur zum Devon haben, fehlen sie. Die dortigen Euryptcruslager der Waterlime group müssen wir mit den dortigen Tentaculitenschichten, wenn wir diese und die scandinavischen Silurschichten zu Grunde legen, als obere Gränze des ächten Silur annehmen.

Zu der von Dr. E. Kayser[2]) angeregten Frage über die Stellung der hercynischen Schichten können unsere Schichten nichts beitragen. Es sind ächte Silurbildungen. Kayser scheint geneigt (p. 291) den ganzen Gotländer Kalk der Etage E von Barrande gleich zu stellen, damit wären auch die Englischen Ludlowschichten dieser Stufe parallelisirt und mit ihnen, wenn unsere Anschauung von den Cephalaspisschichten die richtige ist, auch diese. Wo bleiben dann die Aequivalente der böhmischen Schichten F. G. H., die Kaiser mit dem Hercyn identificirt; sie müssten in höheren Devonschichten zu suchen sein.

---

1) S. meinen Beitrag zur Geologie der Insel Gotland, im Archiv für Naturkunde Liv.-, Est.- u. Kurl. Ser. I, Bd. II, p. 451 ff.

2) Die Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes. Berlin 1878.

Unsere Uralo-altaischen Silurschichten liefern dagegen gute Anknüpfungspunkte sowohl für die obersten böhmischen Etagen als für das Hercyn. Sie sind von unserem und dem podolischen Silurgebiet total verschieden. Ob sie wirklich eine höhere Stufe bilden als die höchsten Stufen des nordeuropäischen Silurgebiets ist jetzt noch schwer zu entscheiden.

Immerhin bleibt die Verschiedenheit des böhmischen Beckens, dessen oberen Glieder mit den erwähnten uralo-altaischen Schichten so grosse Aehnlichkeit haben, von dem nordeuropäischen eine sichere Thatsache. Wir haben unsere Schichten oft recht detaillirt mit den scandinavischen, englischen und sogar nordamerikanischen vergleichen können. Mit Böhmen verglichen können wir aber nur sagen, dass die Etage D unserem Untersilur, die Etage E dem Obersilur entspricht. Keine Trilobitenspecies ist identisch. Mit Scandinavien scheinen allerdings mehr Anknüpfungspunkte zu bestehn, da die dortigen *Paradoxides-* und *Trinucleus*-Schiefer nach Linnarsson eine merkliche Aehnlichkeit mit entsprechenden böhmischen Ablagerungen zeigen.

Zum Schluss kann ich sagen, dass bei der vielseitigen Durchforschung unseres Gebiets und den reichen Sammlungen die angelegt worden sind, die oben durchgeführte Gliederung wohl als ziemlich sichergestellt anzusehen ist. Besondere Schwierigkeiten waren bei der regelmässigen parallelen Anordnung der Zonen auch nicht zu überwinden. Ebenso glaube ich, dass die oben aufgestellten Vergleichungen mit entsprechenden Schichten anderer Silurgebiete wohl begründet sind, da es mir an einschlägiger Litteratur, Vergleichs-Sammlungen und Beobachtungen nicht gefehlt hat.

Sehr viel bleibt aber noch für die specielle Durcharbeitung der fossilen Reste unserer Silurformation zu thun übrig. Es ist durchaus nothwendig, dass alle Klassen in der Weise stratigraphisch-paläontologisch durchgearbeitet werden, wie wir es im Folgenden mit einem Theil der Trilobiten gemacht haben und A. v. d. Pahlen es schon früher für die Orthisinen durchgeführt hat. Die Eichwald'sche Lethaea, obgleich sie alle Klassen berücksichtigt und viel schätzbares Material enthält, zeigt im Einzelnen doch so viel Ungenauigkeiten, und wirft namentlich wiederholt Petrefakten aus ganz verschiedenen Schichten durcheinander, dass sie für sich allein, ohne die Originalexemplare, die zum Glück meist vorhanden sind, gar nicht zum Bestimmen unserer Petrefakten gebraucht werden kann. Die fleissige Arbeit von Dybowski über unsere *Zoantharia rugosa* ist vorzugsweise rein zoologisch gehalten und bezieht sich nur auf die Dorpater Sammlung. Wir erhalten kein klares Bild über die Verbreitung der Arten in den einzelnen Schichten und die Beziehungen verwandter Formen aus verschiedenen Schichten zu einander. Es ist dadurch erklärlich, dass der Verfasser, durch einen lahmen Fuss verhindert, nie selbst Excursionen gemacht und Sammlungen angelegt hat, so dass er sein Material nur als fertig gegeben in den Museen vorfand. Dy-

bowski's zweite Arbeit über die Chaetetiden der ostbaltischen Silurformation (Verhandl. d. mineral. Gesellsch. St. Petersburg 1877) zeigt diesen Mangel in weniger fühlbarer Weise. Ich bin ihm selbst beim Zusammentragen des Materials aus allen Museen behülflich gewesen und habe ihn wiederholt auf die Wichtigkeit der stratigraphischen Behandlung unserer Petrefakten aufmerksam gemacht.

Ausser den Trilobiten können wir uns noch am besten unter unseren Brachiopoden orientiren, dann folgen die Cephalopoden und Gasteropoden. Besonders mangelhaft sieht es mit den Pelecypoden (Acephalen) und Bryozoen aus. In meiner früheren Arbeit habe ich viel mehr Petrefakten namhaft gemacht als jetzt, wo ich eben grössere Anforderungen an die Richtigkeit der Bestimmung zu stellen gelernt habe.

Die silurisch-devonische Gränze.

So viel Schwierigkeiten an anderen Orten die Feststellung der Gränze zwischen der silurischen und devonischen Formation machen möge, bei uns ist eine solche Schwierigkeit nicht vorhanden, weil die devonische Formation vollkommen getrennt in übergreifender Lagerung über der Silurformation liegt. Eine direkte Verbindung oberster silurischer mit den untersten devonischen Schichten ist nirgends vorhanden. Im Osten liegen die Devonschichten auf den tiefsten Gliedern unserer Formation, auf dem Orthoceren- oder Echinosphaeritenkalk; je weiter nach Westen auf desto höheren Schichten; die westlichste Auflagerung ist die bei Torgel, wo devonische mergelige Sandsteine mit *Aulacophycus sulcatus* Eichw. und unseren gewöhnlichen devonischen Fischresten auf silurischen Mergeln der Zone I auflagern, wie wir das schon früher erwähnt haben. Prof. Grewingk[1]) spricht von Coniferen, mit denen unser devonisches Gestade bestanden war; er stützt sich dabei auf Göppert (Ueber die fossile Flora der silurischen, devonischen und unteren Kohlenformation 1859, in Acta der Leop. Karol. Akad. Vol. 27, p. 461), bei dem es heisst: «*A. sulcatus* Eichw. aus Torgel in Liefland im alten rothen Sandstein der devonischen Formation, die nach den von Hrn. F. Schmidt aus demselben Fundorte mitgetheilten Exemplaren nicht die Structur eines Fucus (wie Eichwald annahm), sondern einer Conifere zeigt, wie Bunge, brieflichen Mittheilungen zufolge, schon früher beobachtet hat. Ich werde ihre Beschreibung später liefern.» Diese Beschreibung ist aber nicht gekommen. Göppert schrieb mir, er könne über die systematische Stellung des Fossils nicht ins Reine kommen. Bunge hatte früher bei mikroskopischer Untersuchung der Kohlenrinde Treppengefässe gefunden und sich im Allgemeinen für höhere Cryptogamen entschieden. Der *Aulacophycus*, der bei genauerer Feststellung wohl auch einen neuen, nicht an Algen erinnernden

---

1) Erläuterungen zur zweiten Auflage oder gegnostischen Karte Liv.-, Est.- und Kurlands. Archiv für Naturk. Liv.-, Est.- u. Kurl. Ser. I, Bd. 8, p. 12.

Namen bekommen müsste, besteht aus cylindrischen, meist plattgedrückten, oft gablig getheilten Aesten, die eine Kohlenrinde und eine Anzahl ebenfalls kohliger ins Innere fast bis zur Mitte reichender radialer Wände zeigt. Die Hauptmasse des Innern ist hohl. Ich möchte am ersten in Uebereinstimmung mit Bunge an Wurzelstöcke irgend welcher höherer Cryptogamen denken. Göppert hat a. a. O. auch nur beiläufig der Coniferenstructur erwähnt, den *Aulacophycus* aber einstweilen, nach Eichwald, ruhig bei den Algen stehen lassen.

Der nächste östlichere Berührungspunkt der devonischen mit der Silurformation liegt an der oberen Narowa bei Omut und unterhalb Permeskül. Hier liegen devonische petrefaktenleere Mergel, die etwas oberhalb *Lingula bicarinata* Kut. führen, auf silurischen Schichten der Wesenberger Zone (E). An der Luga oberhalb Jamburg rücken, nach Bock, die Devonschichten so weit nach Norden, dass sie direkt auf dem Orthocerenkalk auflagern, so dass die Jewesche Schicht, die weiter im Osten eine grosse Verbreitung hat, hier gar nicht auf die Karte kommt; sie tritt dafür weiter oberhalb an der Luga bei Sabsk inselartig aus dem devonischen Gebiet hervor. Eine direkte Auflagerung auf die Jewesche Schicht kennen wir im Petersburger Gouvernement nicht. Dagegen sind in der Umgegend von Pawlowsk mehrere Auflagerungen bekannt auf tieferen Schichten, z. B. an der Popowka, wo devonische Mergel mit Trochilisken auf der Echinosphaeritenschicht, und bei Ontolowa an der Slawänka, wo dieselben Mergel, die in der Nähe bei Marjino auch Fischreste führen, auf dem Orthocerenkalk auflagern. Am Wolchow liegen mittlere devonische Schichten (nach Bock) auf dem Echinosphaeritenkalk und am Sjas in der Nähe von Koltschanowo dieselben Schichten auf dem Orthocerenkalk.

Unsere devonischen Schichten, die man ja wohl auch in obere, mittlere und untere theilt, entsprechen darum noch nicht den gleichnamigen in West-Europa. Die dortigen unterdevonischen Schichten scheinen uns zu fehlen, wie auch Prof. Lahusen vor einigen Jahren in einer Sitzung der Petersburger Naturforschergesellschaft entwickelt hat. Diese haben wir erst am Ural und Altai zu suchn.

Unsere Cephalaspiden- und Eurypterusschichten sind aber, wie wir oben entwickelt haben, noch ächt obersilurisch.

Geotectonische Bemerkungen über unsere Silurformation.

Im Allgemeinen sind, wie bekannt, unsere Silurschichten schwach nach S. und SW. geneigt, wobei beim Vordringen nach Süden und SW. jede folgende Schicht als niedrige Terrasse über die vorhergehende hervortritt; doch sind im Einzelnen Modifikationen vorhanden, hervorgebracht durch lokale, mehr oder weniger ausgedehnte Auftreibungen.

Im östlichen Theil unseres Gebiets, an dem Durchschnitt längs des Wolchow finden wir eine regelmässige Neigung der Schichten nach Süden unter etwa 1 Gr., worauf schon

Jeremejew aufmerksam gemacht hat. Gegenüber Staraja Ladoga liegen die Dyctyonemaschiefer und der Ungulitensand noch hoch oben an den Uferklippen; 2 Werst oberhalb, bei Iswos, treten diese Schichten schon nicht mehr zu Tage; im Niveau des Flusses liegt der Glauconitkalk und oben der Orthocerenkalk. Noch weiter oben, bei Dubowiki, liegt der Orthocerenkalk im Niveau und der Echinosphaeritenkalk oben. Bei Wellssy ist dieser schon ins Niveau des Flusses herabgedrückt und oben stehen devonische Schichten an. Die aufeinander folgenden Durchschnitte der verschiedenen Schichten bleiben in gleicher absoluter Höhe. Südwestlich von Petersburg, auf der 500 F. hohen Wasserscheide, auf der die baltische Bahn von Jelisawetino über Wolossowo nach Moloskowizy hinläuft, haben wir uns eine ONO — WSW gerichtete Auftreibung zu denken; am Fuss derselben nach N. liegt der Echinosphaeritenkalk schon gegen 200 F. hoch, während auf der Höhe der Auftreibung die Jewesche Schicht ein Plateau von 500 F. Höhe bildet. Nach der Luga zu senkt sich dieses Plateau bedeutend und die Schichtenauftreibung erreicht ihr Ende.

An der Narowa haben wir wieder eine regelmässige Schichtenneigung wie am Wolchow. Am und unterhalb des Wasserfalls liegen die Echinosphaeritenschichten oben, in einer Höhe von etwa 50 F. über dem Meere; man sieht hier deutlich ihre Senkung nach S. unter 1 — 2 Gr. Etwa 30 Werst oberhalb, bei einer Steigung von etwa 30 Fuss, liegen bei Omut schon die Wesenberger Schichten im Niveau des Flusses, die hier von devonischen Sandsteinen bedeckt werden.

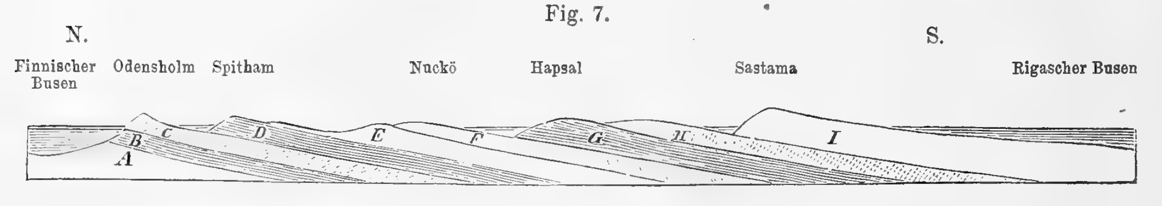
Im östlichen Estland, in der Wesenberger Gegend[1]), sehen wir vom hohen Glint an eine deutliche schwache Neigung der Schichten nach Süden, auf dem ganzen Gebiet der Zone C_1, über die die Jewesche Schicht D oft als deutliche Terrasse (z. B. bei Kawast, Pöddrus, nördlich von Wesenberg in etwa 300 F.; die Neigung der oberen Glintschichten von Viol bis zur Stufe von Kawast ist besonders in die Augen fallend) hervortritt. Von dieser senkt sich das Land wieder bis zur Wesenberger Schicht (sogar Bäche fliessen hier nach S.), an deren Fuss das Land wenig über die Höhe der obersten Schichten des Glints (200 F.) erhaben ist. Von Wesenberg an findet ein regelmässiges stärkeres Ansteigen statt, über die Lyckholmer und Borkholmer Schicht zum Pentamerenkalk, der auf dem Plateau von Pantifer über 400 F. hoch liegt. Von dieser Höhe senken sich die Schichten schnell abwärts; die Zone H bei Talkhof liegt nur noch 150 F. hoch. Einen ähnlichen Charakter hat das Ansteigen des Landes von der Küste zur mittleren Wasserscheide westlich über Reval hinaus bis zur Länge von Baltischport. Zuerst der hohe Glint, dann eine schwache Neigung des Landes nach S. (sehr schön an der W.-Küste der Baltischporter Halbinsel zu sehn, von Pakerort bis Mathias, wo schon die Jewesche Schicht als Terrasse am Meeresniveau auftritt), dann stetes Ansteigen bis zur Wasserscheide, die aber ihrerseits sich von Osten, von der Pantifer-Höhe, allmählig nach Westen senkt. Der Pentamerenkalk,

1) S. das Profil bei d. Karte zu F. Müller's Beiträge z. Orographie u. Hydrographie Estl. St. Petersb. 1872.

der bei Pantifer über 400 F. hoch war, erreicht bei Hapsal das Niveau des Meeres. Wir sind zur Erklärung dieser Verhältnisse gezwungen eine schwache Faltung oder Auftreibung unserer Schichten längs der ost-westlich von der Narowa bis Hapsal sich hinziehenden Wasserscheide anzunehmen, wie eine solche im Durchschnitt am Fuss der neuen Grewingk'schen geognostischen Karte der Ostseeprovinzen auch angedeutet ist. Lokalfaltungen und Auftreibungen kennen wir an mehreren Stellen, namentlich am Nordrande unserer Silurformation, so die schon von Pander und Strangway beschriebenen z. Th. recht complicirten Faltungen an der Popowka bei Pawlowsk und an der Pulkowka unweit der Sternwarte von Pulkowa; ebenso am Duderhofer Berge bei Krasnoje Sselo, der einer solchen Falte sein Entstehen zu verdanken scheint; endlich am Rande des Glints bei Merreküll, wo mehrere kleine wellenförmige Schichtenauftreibungen parallel dem Glintrande vorkommen, deren ausführliche Besprechung uns hier zu weit führen würde.

Ein Durchschnitt unserer Silurschichten von N. nach S. an der Westküste Estlands, von Odensholm über Spitham, Hapsal, die Matzalwiek nach Werder giebt wieder die regelmässige Neigung der Schichten von N. nach S. durch den ganzen Durchschnitt bei fast gleicher absoluter Höhe des zu Tage gehenden Antheils der aufeinanderfolgenden Schichten. Die ganze Gegend ist flach, kaum ein Punkt auf der ganzen Linie 50 F. über dem Meere erhoben. Wie aus untenstehendem Holzschnitt ersichtlich, senkt sich zuerst die etwa 20 F. über das Meeresniveau an der Nordseite der Insel Odensholm erhobene Echinosphaeritenschicht (C_1) zur S.-Küste der Insel, wo sie von der Kuckersschen Schicht (C_2) bedeckt wird. Diese schiesst unter dem Meeresniveau ein in dem flachen Meeresarm, der zwischen Odensholm und der Festlandsküste bei Spitham liegt. Hier erhebt sich in niedriger Stufe die Jewesche Schicht, die weiter südlich von der Wesenberger und auf Nuckö von der Lyckholmer Schicht bedeckt wird, ohne dass eine merkliche Niveauveränderung

Fig. 7.

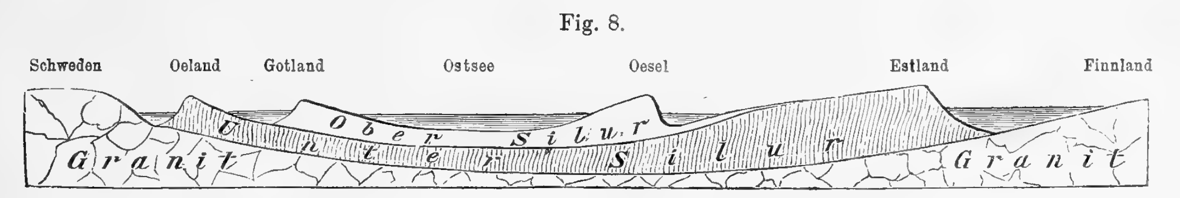


Idealer Durchschnitt der Silurschichten von Odensholm bis Werder in Estland.

stattfindet. Die Lyckholmer Schicht schiesst am S.-Ufer der Insel Nuckö unter das Meeresniveau ein und wird bei Hapsal von obersilurischen Schichten (G) bedeckt, auf die bis zur Matzalwiek noch H folgt, ohne dass wir eine Niveauveränderung merken. Die Schichten von H senken sich am N.-Ufer der Matzalwiek in diese Bucht und am S.-Rande derselben tritt die Schicht I als deutliche, niedrige, etwa 40 F. hohe Felsterrasse bei Sastama (identisch mit Kirrefer) auf, von deren Höhe sie sich wieder allmählig nach S. senkt, bis sie bei Werder das Meeresniveau erreicht.

Der Felsbau der Inseln ist analog dem des Festlandes. Sowohl auf Dago als auf Mohn sehen wir von NW. — SO. gerichtete Steilküsten als Terrassen, von deren Höhe die Schichten landeinwärts sich senken, um auf Mohn von noch zwei parallelen Felsstufen gefolgt zu werden. Auch auf Oesel haben wir die Steilküsten vorzugsweise im NO. und Norden, von denen die Schichten der Zone I sich allmählig nach S. und SW. neigen, bis sie von denen der Zone K gedeckt werden, die ihrerseits am W.- und S.-Ufer ins Meer einschiessen, nur hin und wieder ganz niedrige Felsküsten bildend. Die Neigungsverhältnisse unserer Silurschichten in Estland und Oesel von NO. und N. nach S. und SW. geben, zusammengestellt mit den Neigungsverhältnissen der entsprechenden Schichten auf den schwedischen Inseln Gotland und Oeland von NW. nach SO. (mit den Steilküsten im NW. und flachen Ufern im SO.), eine Vorstellung von einem silurischen Becken, das die ganze mittlere Ostsee ausfüllt und an dessen Rändern Estland und Oesel einerseits, Gotland und Oeland andererseits erscheinen. Den mittleren Theil des Beckens nehmen die Obersilurschichten mit dem südlichen Dago, Oesel und Gotland an den Rändern ein, um die sich in einem weiten Bogen die Untersilurschichten legen, die im nördlichen Estland, im nördlichen Dago und am anderen Ende des Bogens auf Oeland hervortreten, in einem grossen Theil ihres Areals aber den Boden der Ostsee bilden müssen. Nach N. wird dieses silurische Becken, dessen Vorhandensein auch durch die Gleichartigkeit der Schichtenausbildung in Oeland und Estland einerseits und namentlich in Gotland und Oesel andererseits wahrscheinlich gemacht wird, durch das schwedisch-finnische Granitgebiet begränzt, im S. können wir kaum Vermuthungen aufstellen über die Schichten die dem Silur auflagern, im O. wahrscheinlich devonische, im W. Kreide- und Tertiärbildungen. Eine Durchschnittsskizze des oben erläuterten Beckens von NO — SW., von Wiburg bis Kalmar, wird den Bau desselben deutlich machen.

Fig. 8.



Idealer Durchschnitt der Silurformation zwischen Wiburg in Finnland und Kalmar in Schweden

---

Specieller Theil.

I. Fam. Phacopidae.

Die Familie der Phacopiden, die für uns einstweilen, nach dem Vorgang von Salter und der schwedischen Palaeontologen Angelin und Linnarsson, mit der Gattung *Phacops* Emmr. zusammenfällt, zeichnet sich vorzugsweise aus durch ihre grossen, mit getrennten, dem blossen Auge sichtbaren flach gewölbten Facetten besetzten Augen; durch den Zusammenhang der beiden seitlichen Gesichtsnähte, die beiderseits am Aussenrande der Wangenschilder beginnen, in einem Bogen zum Auge gehen und vor dem Frontallobus durch eine Randnaht verbunden sind, so dass das Kopfschild, vom Hypostoma abgesehen, nur aus zwei durch eine Naht verbundenen Stücken besteht; endlich durch die constante Eilfzahl der Leibesglieder, deren Pleuren sämmtlich eine diagonale Längsfurche zeigen.

Die grosse Formenmannigfaltigkeit, die immerhin in unserer Gruppe herrscht, hat wiederholt Veranlassung gegeben, mehrere Phacopidengattungen anzunehmen, oder wenigstens die Eine Hauptgattung in mehrere Unterabtheilungen zu trennen. Nachdem ich mich mit der einschlägigen Litteratur bekannt gemacht, schliesse ich mich der Auffassung von Salter in seinem Monograph of British Trilobites, Palaeontogr. soc. Vol. XVI, p. 14 an, der sechs Untergattungen annimmt: *Trimerocephalus* M. Coy, *Phacops* Emmr., *Acaste* Goldf., *Chasmops* M. Coy, *Odontochile Corda* = *Dalmannia* Emmr. und *Cryphaeus* Green. Von diesen sind drei, *Phacops*, *Acaste* und *Chasmops* auch bei uns vertreten. Die einzelnen Subgenera sind nicht so deutlich und schneidend von einander geschieden, dass ich eine völlige Trennung derselben für zulässig halten könnte.

Noch am schärfsten lassen sich die eigentlichen Phacops in der Begränzung von Barrande[1]) der auch Salter gefolgt ist, von den übrigen Gruppen abscheiden durch die Glabella, an der nur die dritten Seitenloben getrennt sind und einen besondern, deutlich markirten, dem Nackenring ähnlichen Ring bilden, der Frontallobus aber mit den ersten und zweiten Seitenloben ein Ganzes bildet, indem die erste und zweite Seitenfurche nur als undeutliche Eindrücke (oft nur auf dem Steinkern zu erkennen) vorhanden sind. Ausserdem ist die erste Seitenfurche, wenn überhaupt erkennbar, meist in zwei getrennte nach vorn convexe Zweige getheilt, die vereinigt einen stumpfen Winkel bilden. Barrande ist ge-

1) Syst. sil. du centre de la Bohème Vol. I, p. 498 ff.

neigt, den vorderen Zweig als erste und den hinteren als zweite Seitenfurche besonders aufzufassen, und kommt in Folge dessen dazu, die durch scharfe Furchen getrennten dritten Seitenloben als besondern eingeschobenen Ring (anneau intercalaire, l. c. p. 505) anzusehen, wodurch er allerdings einen deutlichen und einschneidenden Unterscheidungscharakter zwischen *Phacops* und *Dalmanites* erhält. Nun führt er aber selbst eine kleine Gruppe von Phacopsarten, aus *P. Glockeri*, *trapeziceps* und *bulliceps* (l. c. T. 22) bestehend, an, bei denen die erste und zweite Seitenfurche sich vereinigen und so die gewöhnliche erste Seitenfurche bilden. Der getrennte anneau intercalaire soll diese Arten neben anderen Kennzeichen dennoch den ächten *Phacops* zuweisen und von *Dalmanites* trennen. Nun finden wir aber, dass auch bei andern ächten Phacopsarten (auch bei unserem *elegans*) die beiden Zweige der ersten Seitenfurche sich an ihrem Grunde so weit nähern, und auch wirklich, wenn auch nur in schwacher Andeutung, mit einander verbinden, dass wir die gesonderte Auffassung beider Zweige als entsprechend der ersten und zweiten Seitenfurche anderer Phacopiden nicht zugeben können[1]): sehen wir doch auch bei manchen Stücken des *P. Downingiae*, den Barrande selbst nicht zu *Phacops* sondern zu *Dalmanites* rechnet, ebenfalls die Zusammensetzung der ersten Seitenfurche aus zwei verbundenen Bogenstücken (Salt. l. c. t. 2 f. 22 und unsere t. 11 f. 18). Ebenso verhält es sich mit der ersten Seitenfurche unseres *P. laevigatus* (T. 1 F. 22b) und auch bei einigen ächten Dalmaniten, wie *D. Hawlei* und *orba* Barr. l. c. T. 26 sind die beiden Bogenstücke der ersten Seitenfurche deutlich zu erkennen.

Die Gruppe *Dalmannia* Emmr. (1845) = *Asaphus* Goldf. (1843) wurde ursprünglich für die grossen flachen Formen mit Wangenhörnern, gleichmässig getheilter Glabella und spitzem Schwanzschild, vom Typus des *P. (Asaphus) caudatus* Dalm. aufgestellt. Später hat Barrande dieser Gruppe alle übrigen Phacopiden, die nicht zu *Phacops* (sens. pr.) in der von ihm vorgeschlagenen Begränzung passten, hinzugefügt, so dass es jetzt schwer hält, die Gattung *Dalmannia* (oder *Dalmanites* Barr.) durch positive Charaktere zu umgränzen. Aus verschiedenen Angaben geht hervor, dass Barrande die typischen Formen zweier anderer Untergattungen, nämlich *P. Downingiae*[2]) (*Acaste*) und *P. conophthalmus*[3]) (*Chasmops*) ebenfalls zu seinem *Dalmanites* zieht. Beide obengenannte Arten standen bei Emmrich unter *Phacops*, so dass die Emmrich'sche *Dalmannia* eine wohlcharakterisirte Gruppe bildet, die auch Salter als Untergattung gelten lässt. Bei uns ist ihr Vorkommen einstweilen noch sehr zweifelhaft.

Die Gattung *Acaste* wurde von Goldfuss[4]) für Mittelformen zwischen seinen ächten *Phacops* (schon in demselben Sinne wie bei Barrande) und seinen *Asaphus* (= *Dalmannia*

1) Zu ähnlicher Auffassung ist auch R. Hoernes in seinem Artikel, die Trilobitengattungen *Phacops* und *Dalmanites* im Kosmos 1880, Octoberheft, p. 24, gekommen.

2) Syst. sil. Boh. p. 504.

3) L. c. p. 300.

4) Neues Jahrbuch 1843, p. 563.

Emmr.) vorzugsweise auf Grundlage des *P.* (*Calymene*) *Downingiae* Murch. sil. syst. aufgestellt. Emmrich (1845) und Barrande (1852) erkannten sie nicht an. Eichwald in der Lethaea rossica (anc. per. p. 1422) nimmt zwar eine *Acaste* an, wirft sie aber mit *Dalmania* Emmr. zusammen. Erst Salter führt die richtige Goldfuss'sche Gattung wieder ein als Subgenus von Phacops, und begränzt sie genauer, zuerst 1853 (mem. geol. surv. unit. kingd. dec. 7) und dann 1864 in seiner oben citirten Monographie, in der wir folgende Charakteristik finden:

«Form compact, wenigstens nicht flach ausgebreitet. Glabella nicht aufgeblasen; der Stirnlobus nicht weit seitlich ausgedehnt; die Seitenloben sämmtlich entwickelt. Augen gut entwickelt mit zahlreichen Linsen. Wangenecken abgerundet oder spitz. Pleuren am Ende abgerundet oder abgestutzt, nicht in Spitzen vorgezogen. Pygidium mässig gross mit weniger als 11 Gliedern, oft zugespitzt.»

Diese Begränzung lässt eine ziemliche Formenmannigfaltigkeit zu, und wirklich führt auch Salter ausser der typischen obersilurischen englischen Art (*P. Downingiae*) noch 6 untersilurische auf, die zum Theil erheblich von ihr abweichen.

Die grosse Mannigfaltigkeit von Formen aus der Verwandtschaft des *P. sclerops* Dalm. (den Goldfuss auch zu seiner Acaste bringt), die wir in unseren untersilurischen Orthocerenkalken nachweisen können, brachte mich dazu, diese Formen in eine besondere Gruppe «*Pterygometopus*» zusammenzufassen, die neben *Acaste* in engerem Sinn (d. h. *P. Downingiae* mit den nächsten Verwandten) zu stellen wäre. Darnach würde *Acaste* einen durch die Gesichtslinie seitlich scharf begränzten Stirnlobus der Glabella haben, der sich von der Fläche des Kopfschildes vollständig abhebt, während bei *Pterygometopus* der Frontallobus seitlich in den verdickten Randsaum übergeht (bisweilen allerdings von der eingedrückten Gesichtslinie unterbrochen), oder wenigstens über die Gesichtslinien seitlich hinausragt. Die Gliederzahl des Pygidium reicht bei einzelnen Arten (*P. trigonocephala*) über die von Salter angegebene Gränze von 11 Gliedern hinaus. Einige der englischen untersilurischen *Acaste*-Formen (Salter, l. c. T. I), wie *P. Brogniarti*, *Jamesi* und *alifrons* (bei dem schon Salter auf die Verwandtschaft mit *P. sclerops* hinweist) scheinen sich der neu vorgeschlagenen Gruppe anzuschliessen, während andere, wie *P. apiculatus*, *mimus* und *incertus* (die Erhaltung ist meist keine genügende), vorläufig wohl eher bei *Acaste* im engern Sinn (d. h. *P. Downingiae*) unterzubringen sind. Unser *P. Nieszkowskii* bildet gewissermaassen schon den Uebergang zu *Acaste*, indem bei ihm die Flügel des Frontallobus nur wenig über die Naht hinausragen und die ununterbrochene Verbindung der Rand- mit der Dorsalfurche nicht so deutlich ist.

Auch die ächten *Phacops* schliessen sich an *Pterygometopus* an, da bei *P. elegans* die Glabella seitlich nicht von der Gesichtslinie begränzt wird, sondern, wie es scheint, etwas über sie herausragt.

Die letzte unserer Gruppen, *Chasmops* M. Coy, die wir gegenwärtig in einer früher nicht geahnten Formenmannigfaltigkeit darzustellen im Stande sind, lässt sich als Unterab-

theilung recht wohl charakterisiren, wenn ihre Unterschiede auch nicht hinreichend zu einer generischen Trennung sind.

Die Gattung *Chasmops* wurde von M. Coy[1]) aufgestellt, aber ihre nahe Beziehung zu *Phacops* verkannt, da ihm die Augen nicht bekannt geworden waren. Später hat Prof. Ferd. Römer[2]), gestützt auf das schöne und reiche Material der norddeutschen silurischen Geschiebe die Gattung näher begründet. Er legt Nachdruck auf den grossen dreieckigen ersten Seitenlobus der Glabella, neben dem der zweite und dritte vollständig verkümmern, oder wenigstens sehr zurücktreten. Salter (l. c. p. 15) führt *Chasmops* wieder nur als Untergattung auf, weil er verschiedene Uebergangsformen zu haben glaubt (wie *P. Baylei*, *Iukesii* und *truncatocaudatus*), die die genannte Gruppe mit anderen verbinden. Er giebt folgende Charakteristik:

«Form ziemlich gross und flach ausgebreitet. Der Frontallobus der Glabella seitwärts ausgedehnt; die Seitenloben ungleich, indem die hinteren meist verkümmert sind und der vorderste sie bedeutend an Grösse überragt. Wangenecken meist zu Hörnern ausgezogen. Pleuren am Ende abgestutzt. Schwanzschild gross, selten zugespitzt.»

Zu dieser Charakteristik können wir noch hinzufügen, dass im Gegensatz zur gleichzeitigen Gruppe *Pterigometopus* der Frontallobus der Glabella sich seitlich immer deutlich von der Fläche des Kopfschildes abhebt und hier von den vorderen Zweigen der Gesichtsnaht begränzt wird. Ausserdem zeigt der Frontallobus auf seiner Oberfläche zwei von seinem Mittelpunkte ausgehende nnd nach vorn zur Randnaht divergirende bogenförmige Reihen von eingedrückten Punkten, die ganz besonders charakteristisch für die Gruppe schienen (T. II, F. 2, 3, 10, 16. T. V, F. 1, 7, 9). Bei den von Salter mit Zweifel zu *Chasmops* gerechneten Arten *P. truncatocaudatus*, *Baylei* und *Iukesii* sind diese Punktreihen nicht zu sehen. Andererseits sind auf guten inneren Abdrücken von Glabellen auch aus anderen Unterabtheilungen unserer Gattung, wie z. B. bei unserem *P. elegans* (ächter *Phacops* nach Barr), und bei den meisten unserer *Pterygometopus*-Arten Spuren von diesen divergirenden Punktreihen zu erkennen, die daher wohl mit der inneren Organisation der ganzen *Phacops*-Gattung zusammenhängen und bei *Chasmops* nur deutlicher hervortreten.

Beide von mir im Vorstehenden charakterisirten Gruppen *Pterygometus* und *Chasmops*[3]) sind ausschliesslich untersilurisch. Die Gruppe *Pterygometopus* enthält überhaupt die ältesten Formen der Phacopidengruppe, indem sie bereits im Glauconitkalk (B_2) auftritt; ihr letzter Ausläufer erscheint in der Wesenberger Schicht (E). Die Gruppe *Chasmops* beginnt mit dem Echinosphaeritenkalk (C_1), erreicht ihre grösste Mannigfaltigkeit in der Jeweschen Schicht (D) und findet ihr Ende in der Borkholmer Schicht (F_2), dem obersten

1) Brit. Palaeozoic foss. p. 163 (1852).

2) Foss. Fauna d. silur. Diluvialgesch. v. Sadewitz bei Oels in Schlesien, p. 70 (1861).

3) Die grosse Verschiedenheit der böhmischen Silurformation (namentlich der zweiten Fauna) von der grossen nordischen Silurzone zeigt sich auch in dem vollständigen Fehlen der beiden Gruppen *Chasmops* und *Pterygometopus* in Böhmen, während sie bei uns gerade sehr artenreich sind.

Gliede der Untersilurformation. Die Vorkommnisse in Scandinavien und England, die wir beim Vergleich zunächst im Auge haben, stimmen gut zu den vorstehenden Angaben. Von den übrigen Gruppen reichen die ächten *Phacops* vom Beginn des Obersilur bis zum Schluss der devonischen Formation; mit der Begränzung von *Acaste* in der Zeit sieht es noch unsicher aus, da wir nach Abtrennung von *Pterygometopus* nicht genau wissen, welche Formen bei dieser Gruppe verbleiben sollen; sie scheint sowohl dem Ober- als dem Untersilur anzugehören.

Uebersicht der verticalen Verbreitung der Arten.

	B		C			D	E	F	G	H	I	K	Anderweitiges Vorkommen.
	Glauconitkalk.	Vaginatenkalk.	Echinosphaer.	Kuckers.	Itfer.								
Subgen. Phacops.													
P. elegans Ss. u. Bk.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	Gotland, Christianiabecken.
Subgen. Acaste.													
P. Downingiae Murch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	England, Galizien.
Subgen. Pterygometopus.													
P. sclerops Dalm.	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schweden, Orthocerenkalk.
P. trigonocephala m	—	+	+?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schweden, Orthocerenkalk.
P. Panderi m.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
P. exilis Eichw.	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	
P. laevigata m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	
P. Kuckersiana m.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	
P. Kegelensis m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	Geschiebe, Preussen.
P. Nieszkowskii m.	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	
Subgen. Chasmops.													
P. ingrica m.	—	—	+?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
P. nasuta m.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
P. praecurrens m.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
P. Odini Eichw.	—	—	+	+	+ mut.	—	—	—	—	—	—	—	Gesch. Norddeutschland.
P. marginata m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	Gesch. Norddeutschland.
P. Wenjukowi m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	
P. bucculenta Sjögr.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	Gesch. Oeland, Norddeutschl.
P. Wrangeli m.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	
P. maxima m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	Gesch. Norddeutschland.
P. mutica m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	
P. brevispina m.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	
P. Wesenbergensis m.	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	Gesch. Norddeutschland.
P. Eichwaldi m.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	England, Caradoc?
	1	2	5-7	3	2	8	2	1	1	1	—	1	

Aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, dass die untersilurischen Gruppen *Chasmops* und *Pterygometopus*, wie schon gesagt, bei uns eine reiche und eigenthümliche Ausbildung haben, während in unseren Obersilurschichten nur zwei schon anderweitig bekannte

Arten aus den Gruppen *Phacops* und *Acaste* vorkommen. Von den 21 untersilurischen Arten sind nur 2 — 3 schon anderweitig anstehend gefunden und ausserdem 6 Arten[1]) in norddeutschen Geschieben (aber von uns herstammend) angetroffen, alle übrigen bisher unserem Silurgebiet eigenthümlich.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass innerhalb der vertikalen Verbreitungsgränzen der Gruppen *Pterygometopus* und *Chasmops* jede Schicht ihre eigenthümlichen Formen zeigt. Nur selten geht eine Art aus einer Schicht in die nächstfolgende hinüber, wobei sie gewöhnlich erkennbaren Modificationen unterworfen ist. Innerhalb eines und desselben Horizonts zeigen die Arten in ihrer horizontalen Verbreitung eine bemerkenswerthe Constanz und nur verhältnissmässig geringe Neigung zur Variation. Wohl aber treten beim Vorrücken von Osten nach Westen z. Th. andere Arten auf, wie unsere *P. maxima* in den Oeländischen Geschieben durch *P. macroura* ersetzt wird. In norddeutschen Geschieben kommen beide Arten vor.

Zur Beurtheilung der Constanz der Arten sind wir bei uns ganz besonders begünstigt durch die weite horizontale Verbreitung unserer Schichten, deren mehrere aufeinanderfolgende immer in parallelen Zonen neben einander liegen. Es liegt nahe, hier darnach zu fragen, wie weit die in einer Reihe aufeinanderfolgenden Schichten sich untereinander ablösenden Arten einer und derselben Gruppe untereinander in genetischem Zusammenhang stehen möchten. Wir werden bei Behandlung der einzelnen Arten auf diese Frage zurückzukommen haben. Hier vorläufig nur so viel, dass zwischen einzelnen nahverwandten Arten benachbarter Schichten die Aehnlichkeit so gross ist, dass wir wohl an eine genetische Verwandtschaft denken können, zumal es an wirklichen Zwischenformen auch nicht zu fehlen scheint. Auf diese Weise hängt *P. trigonocephala* mit *sclerops* zusammen, mit dem er übrigens im Vaginatenkalk noch zusammen vorkommt. Ebenso schliesst sich *P. exilis* an *P. Panderi*, mit dem er ebenfalls im Echinosphaeritenkalk auch schon zusammen vorkommt, und an *exilis* wieder *P. laevigata* der Jeweschen Schicht. Weiter bilden *P. Kuckersiana* aus dem Brandschiefer, *P. Kegelensis* der Jeweschen Schicht und *P. Nieszkowskii* aus der Wesenberger Schicht eine zusammenhängende Reihe, die höchst wahrscheinlich auf ununterbrochener Fortpflanzung beruht. Zu einer Herleitung aller Arten der Gruppe *Pterygometopus* auf die älteste *P. sclerops*, fehlen die Daten, ebenso können wir nicht alle Chasmopsarten auf die ältesten *P. ingrica*, *nasuta* und *praecurrens* zurückbeziehen. Wohl aber können wir annehmen, dass *P. praecurrens* des Echinosphaeritenkalks in den nahe verwandten *P. Odini* des Brandschiefers übergeht, und aus diesem sich wieder einerseits die var. *Itferensis* (C_3) und andererseits *P. marginata* der Jeweschen Schicht entwickelt. Es bleibt aber eben eine Annahme, die sich auf eine Anzahl übereinstimmender Merkmale stützt; eine

1) Die Zahl der übereinstimmenden Arten bei uns und in norddeutschen Geschieben wird sich leicht vermehren lassen. Die obige Angabe von 6 Arten stützt sich auf die von mir in deutschen Museen gesehenen Stücke.

vollständige Reihe ist auch hier nicht vorhanden. Die übrigen zahlreichen Arten der Jeweschen Schicht stehen einstweilen ohne Zusammenhang unter einander und mit vorhergehenden und nachfolgenden Arten. *P. Wesenbergensis* der Wesenberger Schicht lässt sich nicht auf eine der vielen Arten der Jeweschen Schicht zurückführen, und ebenso *P. Eichwaldi* der Lyckholmer Schicht nicht auf *P. Wesenbergensis*. Er schliesst sich zunächst an eine Art aus dem englischen *Caradoc* an, die Salter als *P. macroura* beschrieben hat, und die vielleicht nur eine lokale Varietät von ihm ausmacht.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass sich unser Material einstweilen zu Gunsten der Evolutionstheorie nur in beschränktem Maasse verwenden lässt. Trotz reichen Materials ist es mir im Ganzen nicht schwer geworden durchgreifende Charaktere zur Sonderung auch nahe verwandter Arten aufzufinden. Gewiss ist, dass bei noch weiter anwachsendem Material sich auch die Schwierigkeit der Artenunterscheidung steigern wird, wie man das an den Jura-Ammoniten erfahren hat, und wie ich das selbst noch im verflossenen Frühling bei Durchsicht der norddeutschen silurischen Geschiebesammlungen erfahren habe, in denen ich manchen Trilobiten auch aus schon bearbeiteten Gruppen fand, den ich nicht mit Sicherheit unter die von mir festgestellten Arten einreihen konnte. Bei dem zu Tausenden von Exemplaren zählenden *Asaphus*-Material werde ich bald genug meine Unterscheidungsgabe erproben können. Einstweilen halte ich daran fest, dass bei der uns so schön gebotenen Möglichkeit die horizontale und verticale Veränderlichkeit der Arten (Variation und Mutation) auseinander zu halten und gleichmässig zu verwerthen, wir bei einer in diesem Sinne fortgesetzten Untersuchung die sichersten Resultate erzielen werden.

Unterscheidende Kennzeichen der Arten.

Bei der nachfolgenden Uebersicht der unterscheidenden Merkmale habe ich ausser den gewöhnlichen Charakteren am Kopf- und Schwanzschilde mit grossem Nutzen noch den bisher wenig verwertheten Umschlag des Kopfrandes benutzt, der für ganze Gruppen von Arten gute Charaktere liefert. Das Hypostoma, das übrigens nicht von allen Arten bekannt ist, war weniger zu verwerthen.

1. Die beiden ersten Seitenloben der Glabella vom Frontallobus nicht getrennt, indem die erste und zweite Seitenfurche nur schwach angedeutet sind; die erste Seitenfurche zerfällt in zwei getrennte Zweige. Dritter Lobus getrennt, linear. Pygidium klein, weniggliedrig. Subgen. *Phacops Emmr.* Barr.

Einzige Art: *P. elegans* Ss. et Boek. (Vorkommen in G. und H).

Kopfschild halbkreisförmig mit kurzen, abgerundeten, am Steinkern scharfen Ecken; Glabella trapezoidal; dritter Seitenlobus frei, am Ende geknöpft; Oberfläche fast glatt; Pygidium halbkreisförmig mit 4 — 5 Pleuren.

Alle Seitenloben der Glabella entwickelt, oder wenigstens der erste kräftig ausgebildet (s. übrigens *P. laevigata* und die Var. von *P. Panderi*). 2.

2. Der Frontallobus der Glabella seitlich von der Gesichtsnaht begränzt; er hebt sich hier frei ab von der Fläche des Kopfschildes. 3.

Der Frontallobus der Glabella wird seitlich von der Gesichtsnath (Nath flach oder eingedrückt) geschnitten; er geht seitlich in den Randsaum über, oder reicht wenigstens über die Naht hinaus. Subgen. *Pterygometopus* m. 4.

3. Seitenloben untereinander ziemlich gleich; Frontallobus seitlich wenig vorragend. Wangenecken abgerundet oder kurz zugespitzt; Pygidium klein (weniger als 11 Glieder). Subgen. *Acaste* Goldf. Salt.

Einzige Art: *P. Downingiae* Sil. syst. (Vork. in K).

Stirnrand vorspringend, Dorsalfurchen an der Glabella fast parallel; auf der Glabella ein schwacher Längseindruck; Nackenring stark hervortretend; Pygidium fast dreieckig 5-gliedrig.

Seitenloben ungleich, der erste gross, dreieckig, der zweite meist obsolet; Frontallobus seitlich vorragend, von seiner Mitte zum Vorderrande zwei divergirende Reihen von eingedrückten Punkten; Wangenecken spitz, meist zu Hörnern ausgezogen, selten abgerundet (*C. Wenjukowi*); Pygidium meist gross, 11—18-gliedrig. Subgen. *Chasmops* M. Coy, Salt. 10.

4. Seitenflügel des Frontallobus der Glabella in den Randsaum verlaufend oder vom Randsaum getrennt und begränzt, immer aber von der nicht vertieften (oft schwer zu erkennenden) Gesichtsnaht durchschnitten. Erster Seitenlobus dreieckig; Umschlag des Kopfschildes gleichförmig bis zur Wangenecke, gerundet oder kantig. 5.

Seitenflügel des Frontallobus von der vertieften (eingedrückten) Gesichtsnaht durchschnitten, so dass scheinbar eine nach vorn abgegränzte Glabella entsteht; der Randsaum erweitert sich daher nach der Glabella zu und bildet an der eingedrückten Naht am Ende der Dorsalfurche einen vorspringenden Winkel. Umschlag des Kopfschildes nach den Hinterecken zu gefaltet. 9.

5. Seitenflügel des Frontallobus unbegränzt in den Randsaum übergehend, oder lang ausgezogen ihm parallel verlaufend. Wangenecken abgerundet. Pygidium kurz, breit abgerundet. 6.

Seitenflügel des Frontallobus begränzt und vom Randsaum getrennt. Das von der Nath abgeschnittene Stück kurz dreieckig oder abgerundet. Wangenecken zu Spitzen ausgezogen. Pygidium vorgezogen, dreiseitig, stumpf oder spitz. 8.

6. Glabella mit Tuberkeln versehen; alle ihre Seitenloben wohl ausgebildet. Entfernung zwischen den Seitenloben kürzer als diese selbst. 7.

Das ganze Kopfschild glatt. Die erste Seitenfurche der Glabella nur schwach ausgebildet, aus zwei Bogenstücken bestehend; auch die übrigen Seitenfurchen kürzer als ihre

Entfernung von den entsprechenden der Gegenseite. Augen klein, konisch, erheben sich fast direkt über dem Hinterrande. Kopfumschlag gerundet. Pygidium kurz, abgerundet, flach gewölbt, etwa 5-gliedrig mit schwachen Pleuren. *P. laevigata* n. sp. (Vork. in D).

7. Flügel des Frontallobus lang ausgezogen bis zur Ausmündung der Naht am Wangenschilde zu verfolgen, an der Hinterseite ausgeschweift. Wangen grubig und tuberculirt. Erster Lobus der Glabella scharf dreieckig, flach; zweiter Lobus fast von gleicher Länge. Pygidium halbkreisförmig gewölbt, abgestutzt, 8—10-gliedrig, mit kräftigen Pleuren, die fast bis zum Rande reichen. *P. Panderi* n. sp. (In C_1).

Flügel des Frontallobus spitz dreieckig, verlieren sich bald am Randsaum, auf der Hinterseite mit einspringendem Winkel. Wangenschild nicht tuberculirt, nur grubig. Erster Seitenlobus der Glabella gerundet dreieckig, gewölbt; zweiter Lobus etwas verkürzt, rückwärts gerichtet. Pygidium kurz, breit abgerundet, nicht einen Halbkreis erreichend, 5—7-gliedrig. Pleuren flach, reichen nicht bis zum Rande. *P. exilis* Eichw. (C_1 u. C_2)

8. Kopfschild stark gewölbt. Die Gesichtsnaht schneidet jederseits vom Frontallobus ein spitz ausgezogenes dreieckiges Stück ab, das sich zwischen die Augenbasis und den Randsaum einschiebt. Frontallobus rhombisch, nach vorn vorspringend. Erste Seitenfurche der Glabella stark nach vorn gezogen. Augen gross, stumpf, hart an der Dorsalfläche und nahe am Vorderrande. Wangenfeld dreieckig, steil vom Auge abfallend. Dorsalfurche deutlich in die Randfurche übergehend. Pygidium dreieckig, 10—12-gliedrig, spitz, mit deutlichem Kiel am Ende der Rhachis. *P. Kuckersiana* n. sp. (Vork. in C_2).

Kopfschild flach gewölbt. Gesichtsnaht schneidet jederseits ein dreieckiges Stück vom Flügel des Frontallobus ab. Frontallobus elliptisch, vorn abgerundet. Erste Seitenfurche weniger nach vorn gezogen. Augen etwas mehr nach rückwärts geschoben, gegenüber dem ersten Seitenlobus. Wangenfeld dreieckig, weniger steil seitlich abfallend, mit vorgezogener Spitze vor der Augenbasis. Dorsalfurche geht deutlich in Randfurche über. Pygidium dreieckig, stumpf, 12-gliedrig ohne Kiel am Ende der Rhachis.
P. Kegelensis n. sp. (Vork. in D).

Kopfschild ziemlich flach. Gesichtsnaht schneidet jederseits vom Frontallobus ein kleines gerundetes Stück ab. Frontallobus elliptisch, vorn wenig vorspringend. Erste Seitenfurche wenig vorgezogen. Augen spitz kegelförmig, mit schmaler Basis, die nach vorn nur bis zur Mitte des ersten Seitenlobus reicht. Wangenfeld schwach abfallend, vierseitig, vorn breit und flach an den Frontallobus gränzend, daher auch kein deutlicher Zusammenhang zwischen Dorsal- und Randfurche. Pygidium dreiseitig am Ende abgerundet, 14—15-gliedrig. *P. Nieszkowskii* n. sp. (Vork. in E).

9. Kopfschild halbmondförmig bis stumpf dreieckig mit stumpfen oder kurzspitzigen nicht ausgezogenen Hinterecken. Vorderrand nicht seitlich ausgeschweift. Kopfumschlag gleichmässig, mit scharfer Kante zum Randsaum, nach hinten mit Falte. Frontallobus oblong oder stumpf dreiseitig. Dorsalfurchen anfangs fast parallel, am Frontallobus stark

nach aussen gebogen. Augen mässig gross, um die Hälfte ihres Basisdurchschnitts vom Hinterrande entfernt. Innere Seite des Wangendreiecks gleich der hinteren. Nackenring ohne erhabene Knoten. Pygidium halbkreisförmig, 7 — 8-gliedrig.

P. sclerops Dalm. (Vork. in B).

Kopfschild dreieckig, die Hinterecken in Spitzen ausgezogen. Vorderrand beiderseits ausgeschweift. Kopfumschlag ungleichmässig gewunden; nach vorn steil abfallend mit scharfer Kante, an den Seiten gerundet, nach hinten mit scharfer Falte. Frontallobus dreiseitig. Dorsalfurchen fast geradlinig, divergirend. Augen gross, um $1/3$ ihres Basisdurchschnitts vom Hinterrande entfernt. Innere Seite des Wangendreiecks länger als die hintere. Nackenring mit erhabenem Knoten. Pygidium vorgezogen parabolisch, 10 — 14-gliedrig.

P. trigonocephala n. sp. (Vork. in B).

10. Zweiter Seitenlobus der Glabella eben so lang wie der dritte. 11.

Zweiter Seitenlobus höchstens halb so lang wie der dritte. 12.

11. Kopfschild flach gewölbt. Glabella fein tuberculirt, breiter als lang. Frontallobus wenig vorgewölbt, fast abgestutzt, divergirende Punktreihen deutlich. Wangen allmählig abfallend, fast glatt, nur mit feinen Gruben versehen. Augen klein, konisch. Nackenring flach. Kopfumschlag gleichmässig, bildet ein gewölbtes Band mit nach oben und unten mehr oder weniger scharfer Kante. *P. ingrica* n. sp. (Vork. in C?).

Kopfschild hoch gewölbt, auf der ganzen Oberfläche tuberculirt. Vorderrand in einen stumpf dreieckigen Zipfel vorspringend. Glabella schmäler als die ganze Länge des Kopfschildes. Wangen steil abwärts geneigt. Augen gross, stumpf. Wangenhörner kurz, spitz, über die drei ersten Leibesglieder hinreichend. Kopfumschlag zeigt in der Mitte einen flachen Vorsprung, an den Seiten ein schmales Band mit oben und unten scharfen Kanten, Nackenring hoch. Pygidium hoch gewölbt, etwas über einen Halbkreis vorgezogen, 10-gliedrig. Rhachis schmal, hoch über die Pleuren erhaben. *P. nasuta* n. sp. (Vork. in C_1).

12. Kopfumschlag mehr oder weniger gleichmässig bandförmig, oben und unten mit scharfer Kante. Erster Seitenlobus der Glabella immer scharf dreieckig. Zweiter Seitenlobus deutlich erkennbar. 13.

Kopfumschlag gerundet oder ungleichmässig: an den Seiten gerundet in der Mitte kantig, oder an den Seiten gerundet in der Mitte abgeflacht. 16.

13. Wangenecken in lange, flache, schwertförmige Hörner ausgezogen, die wenigstens bis zum 8ten Leibesgliede reichen. 14.

Wangenecken einfach spitz oder in ganz kurze Hörner ausgezogen. Glabella immer breiter als die Länge des Kopfschildes. 15.

14. Oberfläche des Kopfschildes durchweg deutlich tuberculirt, auch auf den Wangen. Zweiter Seitenlobus der Glabella schmal, halb so lang als der dritte. Frontallobus breiter als die ganze Länge des Kopfschildes. Der Kopfumschlag bildet ein flaches, schmales, gleichmässiges Band. Pygidium parabolisch, nicht abgestutzt, 11-gliedrig, $2^1/_2$ mal so breit wie die Rhachis. *P. praecurrens* n. sp. (Vork. in C_1).

Oberfläche des Kopfschildes fein chagrinirt ohne Tuberkel. Frontallobus der Glabella ebenso breit wie die Länge des Kopfschildes, mit abgerundeten Seitenflügeln. Der zweite Seitenlobus bildet einen kleinen Knoten oder kurzen Fortsatz, höchstens $\frac{1}{3}$ so lang als der dritte Lobus. Kopfumschlag gleichmässig, flach, bandförmig; die beiden scharfen Kanten bis zur äussersten Spitze des schwertförmigen Wangenhorns zu verfolgen. Pygidium kurz, kaum halbkreisförmig, gestutzt, an den Seiten zusammengedrückt, 10-gliedrig, wenig mehr als doppelt so breit wie die Rhachis. *P. Odini* Eichw. (Vork. in C_1 u. C_2).

Var. *Itferensis.* Wangenhörner kürzer. Pygidium abgerundet, 12-gliedrig, halbkreisförmig parabolisch, $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie die Rhachis. (Vork. in C_3).

Oberfläche des Kopfschildes fein chagrinirt mit zerstreuten flachen, oft undeutlichen Tuberkeln. Frontallobus der Glabella breiter als die Länge des Kopfschildes, seine Seitenflügel enden meist spitz. Der zweite Seitenlobus bildet ein kleines, oft kaum erkennbares Knötchen. Der Kopfumschlag bildet ein breites, gewölbtes, nach den Seiten verschmälertes Band. Die beiden scharfen Kanten oben und unten nur bis zum Beginn der Wangenhörner zu verfolgen. Pygidium kurz, gleichmässig abgerundet, bis 8-gliedrig, seitlich nicht zusammengedrückt, $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie die Rhachis. *P. marginata* n. sp. (Vork. in D).

15. Wangenecken kurz zugespitzt. Augen gross, niedrig, nach vorn mit scharfer Kante an die Dorsalfurche stossend an der Ausmündungsstelle der ersten Dorsalfurche. Das flache Band des Kopfumschlags gewunden, in der Mitte nach vorn gerichtet, an den Seiten nach hinten. *P. mutica* n. sp. (Vork. in D).

Wangenecken in kurze dreieckige Spitzen ausgezogen, die kaum über das erste Leibesglied hinausreichen. Augen klein, von der Dorsalfurche entfernt. Das flache Band des Kopfumschlages gleichmässig vertikal zur Ebne des Kopfschildes gestellt; es lässt sich nicht bis an das kurze Wangenhorn verfolgen, dessen Umschlag gerundet erscheint.
P. brevispina n. sp. (Vork. in D).

16. Wangenecken gerundet. Kopfschild halbmondförmig, noch einmal so breit wie lang. Kopfumschlag abgerundet, Augen klein. Zweiter Seitenlobus deutlich.
P. Wenjukowi n. sp. (D).

Wangen in lange Hörner ausgezogen. 17.

17. Kopfumschlag in der Mitte schmal bandförmig, flach, mit scharfer Kante oben und unten, an den Seiten abgerundet. Oberfläche des Kopfschildes überall mit spitzen Tuberkeln bedeckt. Glabella vorn bogenförmig oder etwas abgestutzt, stark gewölbt. Erster Seitenlobus klein, mit abgerundeten Ecken. Wangen höckerförmig erhöht, über dem Nackenring fast vertikal aufsteigend. Augen klein mit deutlicher Furche am Grunde. Gesichtsnaht vor den Augen eingedrückt. Pygidium halbkreisförmig bis stumpf dreieckig, 10 — 12-gliedrig, seitlich stark zusammengedrückt, kaum zweimal so breit wie die Rhachis; diese nach hinten stark verschmälert, die letzten Glieder undeutlich.
P. bucculenta Sjögr. (Vork. in D).

Kopfumschlag durchweg abgerundet. Kopfschild flach gewölbt. Glabella vorn convex, auf der Oberfläche dicht mit runden Tuberkeln besetzt. Frontallobus elliptisch, seitlich abgerundet, reicht bis hart an den Vorderrand, länger als die ganze Höhe des Kopfschildes. Vor ihm kein Randsaum. Erster Seitenlobus gross, flach gewölbt, stumpfeckig. Zweiter Seitenlobus ganz verkümmert, selten zu erkennen. Wangenschilder nur mit Grübchen versehen. Pygidium parabolisch, gleichmässig gewölbt, hinten abgerundet, 14—15-gliedrig.
P. Wesenbergensis. (Vork. in E).

Kopfumschlag in der Mitte breit, flach, eben oder concav; an den Seiten abgerundet oder bildet eine einfache, scharfe oder stumpfe Falte. 18.

18. Kopfschild gewölbt, kaum 2 mal so breit als lang. Kopfumschlag in der Mitte flach, concav, steil nach hinten geneigt, an den Seiten breit abgerundet. Glabella flach gewölbt, vorn geradlinig mit zerstreuten spitzen Tuberkeln bedeckt. Vorderrand vor der Glabella mit scharfer Kante aufgeworfen. Breite des Frontallobus geringer als die Länge des Kopfschildes. Erster Seitenlobus scharf dreieckig; der zweite Lobus kaum zu erkennen. Augen klein. Augenhöcker stark erhöht, fast vertical über dem Nackenring aufsteigend. Seitenhörner vertical gestellt, parallel, anderthalb mal so lang als die Länge des Kopfschildes. *P. Wrangeli* n. sp. (Vork. in C_3).

Kopfschild hoch gewölbt, halbmondförmig, mehr als 2 mal so breit als lang, in der Mitte mit aufgeworfenem Randsaum. Oberfläche fein chagrinirt, ohne Tuberkel. Kopfumschlag in der Mitte flach, etwas concav, steil nach hinten zu abfallend, an den Seiten eine einfache stunmpfe Falte bildend, die nach den Wangenhörnern zu schärfer wird. Glabella flach. Frontallobus vorn geradlinig, in der Mitte meist etwas ausgeschweift, dreieckig mit stumpfen Vorderecken, breiter als die gan«e Länge des Kopfschildes, stösst hart an den aufgeworfenen Vorderrand. Erster Seitenlobus sehr gross, scharf dreieckig, flach. Zweiter Seitenlobus deutlich erkennbar. Augen gross, nicht hoch. Wangen seitlich steil abfallend. Wangenhörner gross, breit schwertförmig, parallel, ihre Fläche vertical gestellt. Pygidium stumpf dreieckig, an der Spitze abgestutzt, bis 18-gliedrig, mit seitlich steil abfallenden Seitenlappen. *P. maxima* n. sp. (Vork. in D).

Kopfschild mässig gewölbt, parabolisch, anderthalb mal so breit als lang. Randsaum horizontal vorspringend, nicht aufgeworfen. Oberfläche fein chagrinirt, selten etwas tuberculirt. Kopfumschlag in der Mitte flach, die Fläche horizontal zur Ebne des Kopfschildes, an den Seiten eine einfache Falte bildend. Glabella flach. Frontallobus vorn mässig convex, elliptisch, schmäler als die ganze Länge des Kopfschildes, an den Seiten abgerundet, tritt hinter den horizontalen Randsaum deutlich zurück. Erster Seitenlobus stumpf dreieckig, gross. Zweiter Lobus gar nicht zu erkennen. Wangenhörner allmählich zugespitzt, etwas divergirend, bis zum 8ten Leibesgliede reichend, steil geneigt zur Leibesachse. Pygidium dreieckig, spitz, bis 15-gliedrig, Seitentheile allmählig abfallend.
P. Eichwaldi n. sp. (Vork. in F).

Untergattung Phacops Emmr., Barr., Salt.

Phacops elegans Sars et Boek sp. T. I, F. 1. T. X, F. 10, 11, 12. T. XI, F. 17.

1838. *Trilobites elegans* Ss. et Boek in Keilhau's Gaea norvegica p. 139.
1852. *Phacops quadrilineata* Ang. Palaeontol. suecica p. 12, t. 9, f. 5.
1857. *Phacops Stokesi* Nieszk. Monogr. Trilob. d. Ostseeprov. im Arch. für Naturk. Liv.-, Est.- und Kurl. I. Ser., Bd. I, p. 530.
1858. *Phacops Stokesi* F. Schmidt. Untersuch. silur. Form. Estl., ebenda Bd. II, p. 184.
1860. *Phacops latifrons* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1428 (ex pt.).
1865. *Phacops elegans* Kjerulf. Veiviser ved geol. excurs. i Christiania omegn p. 20, 21, f. 31b.

Es liegen nur unvollständige innere Abdrücke von Kopfschildern (meist Glabellen) und Schwanzschilder vor. Das Kopfschild ist fast halbkreisförmig; die Länge beträgt etwas mehr als die halbe Breite. Bei 9 mm. Höhe des Kopfschildes haben wir 14 mm. Breite, bei 6 mm. Höhe 10,5 mm. Breite. Die Hinterecken erscheinen an dem Steinkern kurz zugespitzt. Die Seiten- und Nackenfurche des Wangenschildes sind schwach vertieft und vereinigen sich in einem abgestumpften Winkel vor den Hinterecken. Die Augen sind nur an Einem Exemplar unvollständig erhalten; sie nehmen, wie es scheint, wenig mehr als die halbe Höhe des Wangenschildes ein. Die Glabella ist von trapezoidaler Form, flach-convex, etwas breiter als lang, der breitere Vorderrand bogenförmig vorgezogen. Nur der dritte Seitenlobus erscheint jederseits an der stielförmigen Basis der Glabella als kleines Knötchen. Der Frontallobus ist mit dem ersten und zweiten Seitenlobus zu Einem Stück verbunden, das am Grunde schwach herzförmig ausgeschnitten ist. Die erste und zweite Seitenfurche erscheinen als schwache lineare Eindrücke auf der Oberfläche und reichen nicht bis zum Rande der Glabella. Die erste Seitenfurche besteht aus zwei getrennten bogenförmigen Stücken, die unter stumpfem, nach der Mitte der Glabella offenem Winkel gegen einander geneigt sind; bisweilen scheinen sie zusammenzustossen. Die Basis des äusseren Bogenstücks ist etwas eingedrückt und verbreitert (T. II, F. 17). Der von der ersten und zweiten Seitenfurche eingeschlossene schwach angedeutete erste Seitenlobus erscheint dreieckig. Die zweite Seitenfurche verläuft, etwas nach hinten gewandt, parallel dem Hinterrande der Glabella. Soviel sich aus den Abdrücken erkennen lässt, war die Oberfläche des Kopfschildes glatt, bis auf zwei auf dem Abdruck sichtbare, vom Centrum der Glabella zum Vorderrande derselben divergirende, schwach angedeutete (nur auf wenigen Exemplaren sichtbare) einfache oder doppelte Punktreihen, die den für die Untergattung *Chasmops* charakteristischen entsprechen; auch ein schwacher centraler Längseindruck, wie bei *P. Downingiae*, ist am Grunde des Frontallobus zu erkennen. (S. T. XI, F. 17).

Das Pygidium ist breit oblong oder fast halbkreisförmig, zuweilen in der Mitte etwas vorgezogen und fast dreieckig. Die Rhachis stark gewölbt, stumpf mit etwa 6 Gliedern, von denen nur die vorderen drei deutlich hervortreten. Die Seitenlappen sind schwach ge-

wölbt mit 4—5 Pleuren, die nur auf dem Steinkern deutlich erkennbar, auf der erhaltenen Schaale nur schwach angedeutet sind.

Bemerkungen. Die Bestimmung der vorstehenden Art hat mir z. Th. wegen mangelhafter Erhaltung der vorhandenen Stücke viel Schwierigkeiten gemacht.

Auf die Bestimmung von *P. elegans* hat mich ein mit den unsern übereinstimmendes Exemplar gebracht, das ich im gleichen Niveau wie unsere Stücke auf der Insel Malmö im Golf von Christiania fand, und das mir von meinem damaligen Begleiter, Dr. Brögger, als *P. elegans* genannt wurde. Die im Universitätsmuseum zu Christiania unter diesem Namen aufbewahrten Exemplare bestärkten mich in dieser Ansicht, ebenso wie ein vollständiges Exemplar, das mir später von Hrn. Brögger zugeschickt wurde. Die norwegische Art ist nirgends genau beschrieben und abgebildet und existirt wesentlich nur traditionell: in der Gaea norvegica von Keilhan, wo die Art aufgestellt wird, lesen wir darüber S. 139 nur: *Trilobites elegans* Ss. et Boek m., welcher eine *prominentia trapezoidalis* hat. hat. In Kjerulf's Veiviser finden wir nur den Namen mit dem zweifelhaften Synonym *P. Stokesi* M. Eder und in F. 31 zwei Abbildungen, von denen übrigens nur die F. 31b unsere Form ziemlich genau wiedergiebt, und namentlich die im Verhältniss zu *P. Stokesi* kleinen Augen deutlich erkennen lässt.

Die Oberfläche meines norwegischen Exemplars zeigt unter der Loupe eine ganz feine mit dem blossen Auge nicht erkennbare Granulation. Die den Seitenfurchen der Glabella entsprechenden Eindrücke verhalten sich ganz wie bei unserer Form. Die schmalen Rhachis und überhaupt die Leibesglieder der norwegischen Form entsprechen *P. Stokesi.* Nach Brögger's neuester brieflicher Mittheilung dürfte übrigens statt *P. elegans* der ältere Name *P. elliptifrons* Esm. (Magaz. f. Naturvidensk. Bd. 5, S. 269) zu setzen sein. Da ich gegenwärtig nicht im Stande bin diese Frage nach den Quellen zu entscheiden, so begnüge ich mich mit dieser Andeutung.

Angelin's *P.* 4 *lineata* stimmt nach der kurzen Diagnose — *Ph. lineis transversis 3*; anterioribus medio (die Verbindungsstelle der Bogen) obliteratis; abdomine rotundato, costis obsoletis utrinque 5 — und der etwas rohen Abbildung recht gut zu unserer Form, auch stimmt die Grösse der Augen und die spitzen Wangenecken, während die Glabella als fast kreisrund dargestellt ist. Exemplare dieser Art aus Wisby, die ich von Prof. Lindström erhalten habe, zeigen die vollständige Uebereinstimmung mit unserer Form. Die gotländischen Exemplare, deren Augen besser erhalten sind, lassen diese grösser erscheinen als bei unserer Form, auch sind die mit der Schale bedeckten Hinterecken nicht zugespitzt, sondern abgerundet. Die Granulirung der Oberfläche ist deutlicher als bei unserer Form.

Jedenfalls gehört unsere Art in die nächste Verwandtschaft des bekannten englischen *P. Stokesi* M. Edw., mit dem Nieszkowski und ich sie auch früher vereinigt hatten. Doch zeigt *P. Stokesi*, wie ich mich an englischen Exemplaren überzeugt habe, meist eine stärkere Granulirung. Die Glabella ist nach vorn mehr verbreitert und die Augen sind namentlich viel grösser, indem sie den grössten Theil der Höhe des Wangenschildes ein-

nehmen. Immerhin mag, da sowohl in England der *P. Stokesi*, als in Gotland der *P. quadrilineata* in verschiedenen Horizonten der Obersilurformation vorkommt, unser *P. elegans* sowohl mit *P. Stokesi* als mit *P. quadrilineata* zu vereinigen sein. Von anderen verwandten englischen Arten hat *P. Musheni* Salt. ein viel höheres Kopfschild, die Glabella ist schmäler und an den Seiten ausgeschweift. *P. nudus* Salt. ist auch ähnlich, doch ist seine ebenfalls trapezoidale Glabella schmäler, die Randfurche ist stärker und namentlich das Schwanzschild anders gebildet Die breite, mehr quer-oblonge als halbkreisförmige Form stimmt wohl, bei unserem *elegans* sind aber die 4 — 5 Pleuren nur schwach angedeutet und die Seitentheile des Pygidiums fallen allmählig in schwacher Convexität von der Rhachis ab, während *P. nudus* deutlich ausgebildete Pleuren und stark convexe Seitentheile hat. Die Rhachis tritt bei unserer Art stärker hervor als bei *nudus*. Ueberhaupt stimmt unser Pygidium besser zu *P. Stokesi*, nur dass es bei diesem immer deutlich in der Mitte vorgezogen erscheint.

Eichwald (siehe oben) führt seinen *P. latifrons* auch von Wahhoküll an, er hat von dort kein Stück in seiner Sammlung und es handelt sich wohl nur um eine Entlehnung aus Nieszkowski's Arbeit; die Beschreibung ist augenscheinlich nach von unseren ganz verschiedenen Altaischen Stücken gemacht. Der Fundort Dago (ganz allgemein) bei Eichwald ist ebenfalls durch kein Stück in der Sammlung belegt, obgleich unsere Art in der Gegend von Pühhalep vorkommen könnte.

Steinhardt (Preuss. Trilob. p. 12, T. I, F. 1) führt unter seinen ostpreussischen Geschieben auch einen grob tuberculirten *P. latifrons* an, der in die Verwandtschaft unserer Art zu gehören scheint. Das hinzugezogene Schwanzschild ist nach des Verfassers Angabe untersilurisch (mit *Cyclocrinites Spasskii* Eichw. zusammen gefunden) und gehört wahrscheinlich einer *Chasmops*-Art an.

Vorkommen. Unser Trilobit wurde von mir schon im Jahre 1853 im dolomitischen Steinbruch des Dorfes Wahhoküll unweit Piep im Marien-Magdalenenschen Kirchspiel Jerwens gefunden, zusammen mit *Strophomena pecten* und *Diplograpsus estonus* m. Der Fundort gehört der Raiküllschen Zone (G_3, früher 5) unserer älteren Obersilurformation an. Noch im Sommer 1879 habe ich die Stelle von Neuem besucht, ohne vollständigere Exemplare auftreiben zu können. Die wichtigsten Stücke sind T. X, F. 10 — 12 abgebildet. Auch in den etwas höher gelegenen (H, früher 6) im Uebrigen nach ihrer Fauna sehr ähnlichen Schichten an der Pedja, bei Törwe unter Talkhof (T. I, F. 1) ist unsere Form in ähnlichen unvollständigen Stücken gefunden. In anderen silurischen Gebieten mit einiger Sicherheit nur im gleichen Niveau (Kjerulfs Etage 5) in der Bai von Christiania, auf den Inseln Malmö und Malmökalv zusammen mit *Leperditia Hisingeri* m. (*L. baltica* His. *ex pt.*). Der Fundort des *P. 4 lineata* auf Gotland ist von Angelin nicht genauer angegeben. Nach Prof. Lindström kommt die Art sowohl bei Wisby in der unteren gotländischen Gruppe, als auf Fårö in der mittleren, als auch bei Lau in der oberen gotländischen Gruppe vor.

Erklärung der Abbildungen. Tab. I, F. 1. Glabella von Wahhoküll bei Piep in

Estland (G_3) aus der Sammlung der Dorpater Naturforschergesellschaft T. X, F. 10. Mittelstück des Kopfschildes ebendaher (Mus. Reval), 11 ganzes Kopfschild (Mus. Dorpat), Pygidium (Mus. Dorpat), ebendaher. T. XI, F. 17 Glabella ebendaher, vergrössert.

Untergattung Acaste Goldf. Salt.

Phacops Downingiae Murch. T. I, F. 2. T. XI, F. 18.

1837. *Calymene Downingiae* Murch. Sil. syst. p. 14, f. 3.
1853. *Phacops Downingiae* Salt. Mem. geol. Surv. Dec., VII, pl. I.
1857. — — Nieszk. l. c. p. 531.
1858. — — F. Schmidt. l. c. p. 184.
1862. — — Salt. Monogr. p. 24, t. 2, f. 17 — 36.
1874. *P. dubius* Steinhardt. Ostpreuss. Trilob. p. 14, t. I, f. 7.
1876. *P. Downingiae* F. Schmidt. Silur-Form. von Galizien und Podolien in Verh. d. Mineral. Gesellschaft, neue Ser. Bd. 10, p. 15, t. 1, f. 1.

Bei einer so bekanten Art glaube ich der Nothwendigkeit der ausführlichen Beschreibung überhoben zu sein; ich setze also die genaue Salter'sche Diagnose her, und knüpfe einige Bemerkungen über unsere Exemplare daran.

«P. vix biuncialis alutaceus margine frontali capitis angulato. Glabella depressa subparallela, sulcis utrinque tribus distinctis, lobo basilari lineari secundo ovali, superiori transverso, sulco antico ascendente sinuato; lobis omnibus planis, fere ad medium glabellae, spatio angusto interjecto, extensis, cervice elevato. Oculi modici. Cauda subtrigona, marginata, apice angulato; axi convexo costato, costis 5 distinctis praedito; lateribus 5-costatis, costis duplicatis.»

Es liegen uns nur einige unvollständige Kopfschilder (von denen eins abgebildet ist) und Abdrücke von solchen vor. Die Stücke stimmen vortrefflich zu den Salter'schen Zeichnungen von Dudley. Die Seitenloben sind fast gleich untereinander und reichen tief in die Glabella hinein; die zweite Seitenfurche erreicht die Rückenfurche nicht ganz, wie das auch bei einigen Salter'schen Zeichnungen hervortritt. Die erste Seitenfurche besteht ebenso wie bei voriger Art aus zwei Bogenstücken, wie das auf einem unserer Abdrücke (T. II, F. 18) und auf der Salter'schen Tafel 2, F. 22 deutlich zu sehen ist; auch der centrale Eindruck auf der Glabella ist, wie bei den englischen Exemplaren, zu erkennen[1]), der Nackenring tritt stark hervor. Die Wangenecken sind abgestumpft, der Umschlag des Kopfschildes mit scharfer Kante, in der Mitte unter dem seitlich kaum über die übrigen Loben hervortretenden Frontallobus flach und verbreitert.

Das von Steinhardt l. c. als *P. dubius* Nieszk. abgebildete Stück gehört augen-

1) Dieser Eindruck, sowie die Beschaffenheit der ersten und zweiten Seitenfurche spricht für eine nahe Verwandtschaft des *P. Downingiae* mit den ächten *Phacops*-Arten im Sinne von Barrande.

scheinlich hierher. Die Form des Kopfschildes, der hohe Nackenring stimmen überein, und auch die in der Mitte zusammenfliessenden dritten Loben widersprechen dem nicht wesentlich, obgleich dieses Merkmal bei unseren Exemplaren nur schwach angedeutet ist und bei den englischen fehlt; auch sind die betreffenden Stücke im Beyrichienkalk und nicht in untersilurischen Geschieben gefunden, in denen allein *P. dubius* = *exilis* Eichw. zu erwarten wäre.

Fundort: Ausschliesslich am Ohhesaarepank in der obersten öselschen Schicht (K, früher 8). In England durch die ganze Obersilurformation verbreitet. Ausser in England noch in den obersilurischen Schichten Galiziens bei Babince am Dniestr, 1872 von mir gefunden: das Kopfschild ist etwas länger, der Horizont entspricht dem englischen Wenlock. Die Art ist also nicht, wie Salter l. c. p. 24 meint, in Europa auf die brittischen Inseln beschränkt.

Auffallend ist dass *P. Downingiae* bisher auf Gotland nicht gefunden ist, wo dagegen der auch in England verbreitete *P. caudatus* Dalm. in den oberen Schichten häufig ist.

Von letzteren führt Nieszkowski l. c. p. 538 ein Schwanzschild vom Ohhesaarepank auf, das in der Sammlung der Dorpater Naturforschergesellschaft befindlich ist. Dieses Stück getraue ich mich gegenwärtig nicht genauer zu bestimmen; es ist sehr unvollständig erhalten. Die ebenfalls zu *P. caudatus* von Nieszkowski gezogenen untersilurischen Kopfschilder von Wesenberg gehören einer neuen, zur Gruppe *Pterygometopus* gehörigen Art an, die ich *Phacops Nieszkowskii* nenne. Damit wären die ächten *Dalmanites*-Arten aus unserer Silurfauna ausgeschlossen.

Erklärung der Abbildungen. T. I, F. 2. Ein Kopfschild (vergr.) vom Ohhesaarepank (Mus. Dorpat). T. XI, F. 18. Eine Glabella (vergr.), ebendaher (Mus. Reval).

Untergattung Pterygometopus m.

Wir haben schon oben unsere Gründe auseinandergesetzt, die uns bewogen die Gruppe *Pterygometopus* aufzustellen. Die Hauptcharaktere liegen im Kopfschild. Was die Beschaffenheit des Rumpfes und Schwanzschildes betrifft, so ist kein wesentlicher Unterschied von *Acaste* vorhanden. Die vorderen Pleuren enden gerundet, die hinteren abgestumpft; das Schwanzschild ist mässig entwickelt, meist gerundet, bisweilen kurz zugespitzt (6 — 12, ja bis 14-gliedrig). Das Einrollungsvermögen ist stark ausgebildet, da gestreckte Exemplare nur ausnahmsweise gefunden werden. In der grossen Nord-Europäischen Silurzone gehören zu dieser Gruppe die ältesten Phacopsformen, namentlich *P. sclerops* Dalm. Im englischen Untersilur scheinen auch einige Arten, die wir oben namhaft gemacht, sich unserer Gruppe anzuschliessen. In Böhmen ist keine Spur davon vorhanden. Wir können, wie schon aus der Uebersicht der Arten hervorgeht, unsere Untergattung in drei weitere Abtheilungen theilen: 1) die eigentlichen *Sclerops* nebst nächsten Verwandten, mit einge-

drückter Nath am Frontallobus und mit vorspringendem Winkel des Randsaumes am Ende der Dorsalfurche; zugleich mit deutlicher Falte oder Furche im hinteren Theil des Kopfumschlags. Hierher gehören *P. sclerops* Dalm. und *P. trigonocephala* m. (im Glauconit und Vaginatenkalk); 2) die Arten mit lang ausgezogenen Seitenflügeln des Frontallobus und nicht eingedrückter Nath: namentlich *P. Panderi* m., *exilis* Eichw. und *laevigata* m. (Vorkommen vom Echinosphaeritenkalk bis zur Jeweschen Schicht) und endlich 3) die drei Arten *P. Kuckersiana*, *Kegelensis* und *Nieszkowskii* mit verkürzten Seitenflügeln des Frontallobus und ausgezogenen Hinterecken des Kopfschildes (vom Brandschiefer bis zur Wesenberger Schicht incl.). Die Arten jeder dieser drei Abtheilungen stehen wahrscheinlich, wie schon früher erwähnt, in direkter genetischer Beziehung untereinander; wie es mit den verschiedenen Abtheilungen untereinander steht, können wir noch nicht sagen.

Von der verbundenen Rand- und Dorsalfurche der Wangennath und dem Augengrund wird ein drei-, zuweilen auch vierseitiges Feld eingeschlossen, das wir in der Beschreibung als Wangenfeld bezeichnen; die gegenseitigen Grössenverhältnisse der Seiten dieses Feldes, der äusseren, der inneren (an der Augenbasis) und der hinteren (an der Wangennath) geben gute Unterscheidungsmerkmale für die Arten ab.

Phacops sclerops Dalm. T. I, f. 3 — 8. T. XI, F. 1, 2. T. XII, F. 1 — 4.

1826. *Calymene sclerops* Dalm. Palaead. in Vetensk. acad. handl. p. 222 T. II, F, 1 (excl. F. d).
1828. — — — Uebersetzung des vorigen von Engelhardt p. 39.
1837. — — — His. Leth. suec. p. 11. T. I, F. 8 a, b. (Copie d. vorigen).
1851. *Phacops sclerops* Angelin palaeont. suec. p. 11. T. IX, F. 2.
1858. — — Hoffm. sämmtl. Trilob. Russl. in d. Verh. d. Mineral. Gesellsch. 1858. p. 42. T. IV, F. 4.
1860. *Acaste sclerops* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1426.
1859. *Phacops sclerops* Linnarsson. Vestergötlands Cambriska och Siluriska bildningar p. 59.

Ausser den eben angeführten Citaten, die ich für wirklich zu unserer Art gehörig halte, haben wir noch die von L. v. Buch in den Beiträgen zur Kenntniss der Gebirgsformen Russl. p. 48. T. 2, F. 21 angeführte *Calymene sclerops* zu erwähnen. Die Abbildung ist sehr ungenau, und auch die Beschreibung lässt nicht erkennen, ob wir es hier mit dem ächten *P. sclerops* oder einer der verwandten bei Petersburg vorkommenden Arten zu thun haben. Die von Pander (Beitr. z. Geogn. Russl. p. 138) als *Calymene sclerops* beschriebene Art bildet eine besondere Art, die wir im Folgenden als *P. Panderi* n. sp. aufstellen. Das von Steinhardt (l. c. p. 18, T. I, F. 9) als *Dalmania sclerops* aufgeführte Stück ist nach der Abbildung so unvollkommen erhalten, dass ich es nicht zu bestimmen wage.

Ebenso wage ich nicht den von Girard (Erman's Archiv für wissensch. Kunde Russl. 1843 p. 540, T. 2, F. 2 a, b) als *Phacops sclerops* von Kriwolutzk im Lenathal angeführten Trilobiten näher zu bestimmen. Die Stücke sind zu unvollständig. Nach anderen

Sammlungen von Czekanowski aus der nämlichen Gegend (vom oberen Lauf der unteren Tunguska) gehören die dortigen Schichten wahrscheinlich zur Devonformation. Es ist also von vornherein unwahrscheinlich dort *P. sclerops* zu erwarten.

Es hat mir einige Mühe gemacht, über den richtigen *P. sclerops* Dalm. ins Klare zu kommen. Bei meiner Anwesenheit in Schweden im Jahre 1875 gelang es mir nicht ein wohlerhaltenes Exemplar dieser Art zu Gesicht zu bekommen. Erst später, im Jahre 1877, erhielt ich durch Prof. G. Lindström das beste Exemplar des Stockholmer Museums (vielleicht sogar das Originalexemplar Dalman's) zur Ansicht zugeschickt; da überzeugte ich mich, dass auch wir diese Art, und zwar in ziemlicher Formenmannigfaltigkeit, besitzen, wovon ich mich neuerlich, im April 1880, bei erneuerter Durchsicht der Sammlungen des Stockholmer Museums wieder überzeugt habe.

Die meisten Abbildungen des *P. sclerops*, die wir oben citirt haben, sind ungenügend. Am besten ist die Seitenansicht F. 1 b bei Dalman, die mit dem schwedischen Original und mit unseren Stücken gut übereinstimmt. Von den Beschreibungen ist wiederum die Dalman'sche die beste. Die Worte: «caput breviter semilunare; margo lateralis quidem incrassatus, sulcus vero quo introrsum determinatus cum margine haud est parallelus, sed e tribus quasi sulcis formatus, quorum medius arcuatus est et prominentiam frontalem terminat, laterales vero (a vertice incipientes) genam utramque circumscribunt, et ante oculos cum sulco priori confluunt ibique angulam formant» geben den wichtigsten Charakter unserer Art (freilich auch der nächstverwandten, des *P. trigonocephala*), die vertiefte Gesichtsnath wieder.

Die Abbildung bei Angelin ist zwar nicht falsch, aber ungenau; der vorspringende Winkel am Randsaum tritt nicht deutlich genug hervor.

Die kurze Diagnose bei Angelin l. c.: «*P. fronte lobis* utrinque 3 subaequalibus, abdomine rotundato costis lateralibus simplicibus circa 7», erwähnt ebenfalls diesen Winkel nicht und legt den Hauptnachdruck auf die Gleichheit der drei Seitenloben der Glabella, ein Kennzeichen, das allerdings dem typischen *sclerops* zukommt, bei manchen unserer Formen aber so verwischt wird, dass ich es nicht unter die diagnostischen Charaktere aufnehmen konnte.

Das Kopfschild ist gewölbt, halbmondförmig, weniger als noch einmal so breit wie lang, am Vorderrande abgerundet oder in einem stumpfen Winkel vorspringend; die Hinterecken abgerundet oder mit stumpfer Spitze. Die Rückenfurchen verlaufen, von dem Nackenring ausgehend, anfangs fast vertical (so dass sie parallel erscheinen), nur ganz schwach nach aussen gekrümmt, bis zur ersten Seitenfurche der Glabella; hier wenden sie sich schärfer, fast in einem Winkel, nach aussen und gehen über den Augen in die Randfurche über, die ihrerseits an den Hinterecken mit der Nackenfurche zusammenstösst. Der Frontallobus der Glabella setzt sich seitlich in den Randsaum fort, und ist nur durch den als eingedrückte Furche verlaufenden vorderen Zweig der Gesichtsnath von ihm getrennt. Dieser vordere Zweig mündet hart über dem Auge in die Rückenfurche, schneidet den

Seitenflügel der Glabella und umschreibt den ganzen Vorderrand des Frontallobus. Dass wir es hier nicht mit einer getrennten Glabella, sondern nur mit einer an ihrem Seitenflügel eingedrückten Gesichtsnath zu thun haben, sehen wir ausserdem noch aus der ununterbrochenen Verbindung der Rückenfurche mit der Randfurche und aus der winkelförmig vorspringenden Spitze des Randsaums, da, wo er mit dem eingedrückten vorderen Zweige der Gesichtsnath zusammentrifft. Das innere Feld des Frontallobus (innerhalb der Nath) ist quer-oblong, hinten geradlinig, nach vorn gewölbt oder etwas vorgezogen, und dann fast dreiseitig; es ragt seitlich bis zur Mitte der Augen vor. Seine grösste Länge in der Mitte ist gleich der der drei Seitenloben zusammengenommen. Der erste und zweite Seitenlobus sind untereinander fast gleich (der erste meist etwas grösser), schwach gewölbt, rundlich oder vierseitig, oder auch der erste zuweilen fast dreiseitig durch grössere Länge der ersten Seitenfurche (durch stärkere Auswärtskrümmung der Rückenfurche). Der dritte Seitenlobus ist flacher, schmäler, an den Enden schwach geknöpft. Die erste Seitenfurche verläuft horizontal in einem schwachen nach hinten offenen Bogen, die zweite und dritte sind etwas nach hinten geneigt. Der Zwischenraum zwischen je zwei Furchen rechts und links gleicht der Länge der Furchen. Der Nackenring etwas erhaben, zuweilen in der Mitte mit einem schwachen Knötchen. Die innere Seite des Wangenfeldes ist nicht länger als die hintere; die äussere bisweilen so stark eingebogen, dass eine fast vierseitige Figur entsteht, wie bei dem Exemplar aus Husbyfjöl (T. XI, F. 1).

Die Oberfläche des Kopfschildes ist ganz fein gekörnt und erscheint dem unbewaffneten Auge meist ganz glatt. Bisweilen lassen sich einige grössere Tuberkel unterscheiden. Auf der Fläche des Wangenschildes erscheinen zerstreute Eindrücke die bei den verwandten Arten deutlicher hervortreten.

Die Augen sind mässig gross, von gleichem Längsdurchschnitt wie die drei Seitenloben zusammen, etwa $1/3$ so lang als das ganze Kopfschild und um mehr als die halbe Länge ihrer Basis vom Hinterrande des Kopfschildes entfernt. Die Linsen sind sehr deutlich, man zählt ihrer 23 — 24 Verticalreihen; die längsten Reihen in der Mitte enthalten 9 — 10 Linsen und sind 2 mm. lang. Im Ganzen kommt die Zahl der Linsen auf etwa 200.

Das Hypostoma ist bei unseren Exemplaren nicht erhalten, dagegen konnte der Umschlag des Kopfschildes bei mehreren Exemplaren studirt werden. Er bildet auf der Unterseite ein flaches Band, das in einer ziemlich scharfen Kante unter 45 — 60 Gr. zur Fläche des Kopfschildes geneigt ist. An den Wangenschildern, etwa in der Höhe des oberen Augenrandes, schärft sich die Randkante noch mehr zu und bildet einen glatten Flügel, der mit dem sich allmählig verschmälernden und sich verlierenden inneren Theil des Umschlags eine Falte bildet (T. I, F. 16. T. XII, F. 3). Die Wangenecken selbst erscheinen als scharfrandige Blätter, indem der Umschlag sich hart an die Oberschaale anlegt.

Von der Beschaffenheit der Rumpfglieder ist wenig zu sagen. Die vorderen Pleuren enden stumpf, die hinter abgestutzt, wie bei allen verwandten Arten.

Das Pygidium ist halbkreisförmig, in der Mitte zuweilen etwas vorgezogen. Die Rha-

chis ist 6 — 8-gliedrig und endet stumpf; ebenso lassen sich 6 — 8 Pleuren unterscheiden, deren vorderste auf ihrer Oberfläche mit einer schwachen Furche versehen sind. Die Pleuren reichen nicht bis zum Rande und lassen hier einen etwa 1 mm. breiten, glatten Saum übrig.

Variationen: Ich glaubte früher einige bestimmt charakterisirte Varietäten annehmen zu können, und habe auch zwei solche in Fig. 7 u. 8 auf Tab. I abbilden lassen. Bei beiden sind aber die unterscheidenden Merkmale übertrieben, wie man aus der verbesserten Figur T. XI, F. 2 sehen kann; ebenso ist die dreieckige Form des ersten Lobus bei F. 8 im Original lange nicht so scharf ausgeprägt. Jetzt kann ich nur sagen, dass die Art überhaupt innerhalb gewisser Gränzen variirt. Der Variation unterworfen ist namentlich der Vorderrand des Kopfschildes, der entweder fast ganz abgerundet ist, oder in eine mehr oder weniger deutliche stumpfe Spitze vorragt. Demzufolge variirt auch die Form des Frontallobus vom quer-oblongen zum dreiseitigen und die Form des ganzen Kopfschildes vom halbmondförmigen zum dreiseitigen. Weiter ist die Richtung der Dorsalfurchen einiger Veränderlichkeit unterworfen. Sie verlaufen immer in einem auswärts gewandten Bogen, aber dieser Bogen ist von einer grösseren oder geringeren Steilheit; entweder verläuft er vom Nackenring bis zum Frontallobus fast vertical, so dass die beiden Dorsalfurchen parallel erscheinen, dann sind auch die Seitenloben der Glabella einander fast gleich; oder die Auswärtskrümmung des Bogens beginnt schon früher, dann wird der erste Seitenlobus grösser und nähert sich der dreieckigen Form. Es ist mir nicht möglich gewesen, unter einer grossen Zahl von Exemplaren bestimmt zu begründende Varietäten aufzustellen. Auch die Form des Pygidiums scheint zu variiren. Die typische Form desselben ist die halbkreisförmige, eins unserer Exemplare (T. 12, F. 16) zeigt aber eine deutlich ausgesprochene Spitze, ohne in den übrigen Kennzeichen sich von *P. sclerops* zu entfernen.

Maasse:	des Kopfschildes.		des Pygidiums.		
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Rhachisbreite.
	11 mm.	20 mm.	—	—	—
	10 »	18 »	—	—	—
	9 »	17 »	8 mm.	9 mm.	3,5 mm.
	8,5 »	14 »	6 »	8,5 »	3,5 »

Vorkommen: Im Glauconitkalk: Am Wolchow bei Iswos; in der Umgebung von Pawlowsk und Pulkowa (Samml. v. Volborth, Eichwald und der mineral. Gesellsch.), in der Schlucht von Ljapino bei Gostilitzy (Samml. Plautin). Im Vaginatenkalk: In Estland bei Nömmewesk am Walgejöggi (Samml. Bar. Pahlen), Reval (Mus. Reval), Rogö und Baltischport im sandigen Kalk (Mus. Reval). Die zahlreichsten Exemplare, und darunter die wenigen vollständigeren finden sich in der Volborth'schen Sammlung. Ausser-

halb unseres Gebiets kommt die Art im schwedischen Orthocerenkalk bei Husbyfjöl, Ljung, am Billingen, Kinnekulle u. a. Orten vor (S. Angelin l. c. und Linnarss. Westergötl. Cambr. och siluriska aflagring p. 59).

Erklärung der Abbildungen. T. I, F. 3 a, b, c aus dem Orthocerenkalk von Husbyfjöl (Mus. Stockholm). (F. 3 a verbessert in T. XI, F. 1), F. 4, 5 von Iswos am Wolchow (Volb. Samml.). F. 6 junges Exemplar aus Volb. Samml. F. 7 var. *angulata* aus der Umgebung von Pawlowsk (Volb. Samml.), in T. XI, F. 2 verbessert. F. 8 aus der Umgebung von Pawlowsk (nicht gelungen). T. XII, F. 1 a, b aus der Umgebung von Pawlowsk (Volb. Samml.) mit dreieckigem Kopf- und Schwanzschild. F. 2 ebendaher, Seitenansicht. F. 3 ebendaher, von innen, um die Falte am Umschlag zu zeigen. F. 4, von Rogö (Mus. Reval), Ansicht von der Innenseite, zeigt gut den Verlauf der Dorsalfurchen und die Loben.

Phacops trigonocephala n. sp. T. I, F. 9 — 14. T. XI, F. 3, 4. T. XII, F. 5 — 9.

1830. *Calymene macrophthalma* Pand. Beitr. p. 138. T. V, F. 5. T. VI, F. 9. T. IV B, F. 8.
1858. *Phacops macrophthalma* Hoffm. l. c. p. 42 (ex p.) T. IV, F. 6.
1860. *Acaste macrophthalma* Eichw. Leth. p. 1427 (ex. p.).

Beide vorgenannte Autoren folgen Pander, indem sie unsern Trilobiten mit der *Calymene macrophthalma* Brgr. Crust. Foss. p. 15. T. I, F. 4 identificiren. Das von Brogniart beschriebene Stück soll (aber nicht mit Gewissheit) aus den silurischen Schichten der Hunaudière in der Bretagne stammen, aus den nämlichen obersilurischen Schichten, in denen auch *Calymene Tristani* vorkommt. Obgleich die Aehnlichkeit nicht zu verkennen ist, so bieten doch die nach hinten kaum verschmälerte Glabella und die kleineren vom Hinterrande des Kopfschildes abgerückten Augen deutliche Unterschiede von unserer Art, Sagte Brogniart nicht deutlich, dass sein Stück im Thonschiefer liege, so könnte ich es immerhin für möglich halten, dass ein Petersburger Exemplar unserer Art ihm unter die Hände gekommen wäre. Bekanntlich hat Brogniart a. a. O. F. 5 noch eine andere Phacopsart zu seiner *Calymene macrophthalma* gezogen, die allgemein als *P. Stokesi* Edw. anerkannt ist. Daher ist jetzt auch der Brogniart'sche Name obsolet geworden.

Eine andere Art, die mit unserer verglichen wird, ist *Phacops Brogniarti Portl.* (Salt. l. c. p. 34, 36. T. I, F. 21 — 26), aber die Form der Seitenloben (der erste ist scharf dreieckig und viel grösser) und des Wangenschildes (es ist abgerundet) ist eine andere.

Die Hoffmann'sche Beschreibung und Abbildung ist sehr ungenau; die Beschreibung passt grösstentheils mehr zu *P. Panderi* m. (*P. sclerops* Pand.). Ebenso kann man aus Eichwalds Beschreibung nicht sehen, welche der beiden Pander'schen Arten gemeint ist, die er, ebenso wie Hoffmann, nicht auseinander gehalten hat.

Die Pander'schen Zeichnungen stellen unsere Art aber schon recht kenntlich dar, mit den deutlich sichtbaren Unterschieden von *P. Panderi*, wenn diese auch nicht alle im Text erwähnt sind. Pander legt besondern Nachdruck auf die grossen Augen und ihre

geringe Entfernung vom äusseren Rande der Wangen, was von den schmalen Wangenfeldern herrührt, deren hintere Seite kürzer als die innere ist.

Das Kopfschild ist stark gewölt, etwa anderthalb mal so breit wie lang, dreieckig mit vorspringender Glabella, die meist eine pentagonale Gestalt hat. Alle Theile sind gewölbter und die Furchen dazwischen stärker ausgebildet als bei der vorigen Art. Die Seiten des Kopfschildes über dem Ende der Rückenfurche sind ausgeschweift, die Hinterecken in kurze, meist abgebrochene, etwa 5 mm. lange Spitzen ausgezogen, die in der Fortsetzung der Randwulst liegen oder nach aussen divergiren. Die Rückenfurchen verlaufen in fast geraden etwas divergirenden Linien. Der Frontallobus ist mehr oder weniger vorgezogen dreiseitig, der erste Seitenlobus ebenfalls mehr oder weniger deutlich dreiseitig (entsprechend den divergirenden Rückenfurchen); die erste Seitenfurche fast horizontal, die zweite Seitenfurche und mit ihr der zweite Seitenlobus etwas rückwärts gekehrt, der dritte Seitenlobus horizontal, etwas geknöpft; der Nackenring hervortretend mit stark ausgebildetem Median-Tuberkel. Der Frontallobus tritt sehr deutlich hervor, da der ihn umgebende Theil der Gesichtsnath in einer stark ausgeprägten Rinne verläuft und der winklige Vorsprung des Randsaums an den Seiten des Frontallobus nur unbedeutend ist.

Das Wangenschild zeigt, wie schon gesagt, eine bedeutend längere innere als hintere Seite, und ist daher verhältnissmässig viel schmäler als bei voriger Art. Die Wangennath ist zur Basis des Auges stark abwärts geneigt, da die Augen nur um ein Viertel ihrer Basis-Länge vom Hinterrande abstehen. Die Augen selbst sind sehr gross, am Grundriss halbmondförmig; ich zähle 30 bis 32 Verticalreihen von Linsen, von denen die mittelsten bis 14 Linsen enthalten: im Ganzen 330 — 350 Linsen. Die Höhe des Auges ist etwas geringer als der Längsdurchmesser seiner Basis (bei 4 mm. Höhe, Längsdurchschnitt der Basis 5,5 mm.).

Die Oberfläche des Kopfschildes verhält sich wie bei *P. sclerops*: bei wohlerhaltener Schaale sieht man zerstreute kleine Tuberkel, die auf einer fein chagrinirten Oberfläche stehen; das Wangenfeld zeigt feine eingedrückte Punkte.

Der Umschlag des Kopfschildes ist weniger regelmässig als bei *sclerops*. Er bildet ein fast spiralgewundenes Band: unter der Glabella einen schräg abwärts geneigten 1 mm. breiten Streifen mit parallelen Rändern und scharfer Kante nach oben, unter dem Winkel-Vorsprung der Randwulst ist er fast vertical, etwas gewölbt, nach oben stumpfkantig, nach unten und innen mit concavem Rande vortretend; weiter nach den Hinterecken verschmälert er sich und bildet mit dem scharf blattartig hervortretenden Rande des Wangenschildes eine deutliche Falte.

Das Hypostoma ist an unseren Stücken nicht vollständig erhalten; es ist oblong-oval gewölbt, jederseits mit 1 oder 2 Eindrücken versehen und von einem erhabenen Rande umgeben, der an den Seiten und der Spitze eckige Vorsprünge zeigt; die Seitenflügel sind kurz, dreieckig.

Das Schwanzschild ist bis über einen Halbkreis hinaus vorgezogen, von paraboli-

scher Form; die Rhachis schmal, schwach gewölbt, 12—14-gliedrig; die Seitentheile schwach gewölbt, seitlich abfallend mit 10—11 flachen Pleuren, die auf der Oberfläche eine schwache Längsfurche zeigen. Die Pleuren selbst reichen nicht bis zum Rande, es bleibt ein glatter, 1—2 mm. breiter Streifen übrig, der aber durch schwache Falten, die vom Vorderrande der obengenannten Pleurenfurchen ausgehen, etwas quergerippt erscheint.

P. trigonocephala ist im Allgemeinen eine wohl characterisirte Art, nur zu dem nächststehenden *P. sclerops* finden Uebergänge statt; eine solche Uebergangsform haben wir T. XII, F. 5 abgebildet: die allgemeine dreieckige Form des Kopfschildes stimmt zu *P. trigonocephala*, die Wangenschilde sind in Spitzen ausgezogen, die dreieckigen Wangenfelder sind schmal und der Nackentuberkal dentlich, aber die Dorsalfurchen devergiren nicht in einfachen geraden Linien, sondern sind an der Basis des Frontallobus gebrochen wie bei *P. sclerops*. Eins der beiden sonst übereinstimmenden Exemplaren die uns vorliegen (beide aus der Gegend von Pawlowsk. Vollb. Samml.) hat auch das Schwanzschild erhalten das seiner grossen Gliederzahl nach besser zu *P. trigonocephala* passt. Die Augen stimmen zu *trigonocephala*, die nicht ausgeschweiften Wangen und der vielfache Umschlag aber zu *sclerops*. Also eine wirkliche Zwischenform wie eine solche ja auch zu erwarten war. Wir nennen sie einstweilen Var. *intermedia*.

Von Varietäten ist ausser den erwähnten Zwischenform nur einer in Estland vorherrschenden Form zu erwähnen, die wir Var. *estonica* nennen wollen: das Kopfschild ist flacher, die Wangenecken gerade ausgezogen (nicht divergirend wie meist bei der Grundform), der Frontallobus kürzer, vorn mehr gerundet; die Dorsalfurchen stärker divergirend und daher der erste Seitenlobus schäfer dreieckig, der zweite Seitenlobus schmäler und steiler nach hinten gerichtet, das Schwanzschild (T. XII. F. 9) stärker gewölbt mit steiler abfallenden Seitentheilen, mit 12,13 Rhachisgliedern und 11 Pleuren.

Maasse:	des Kopfschildes		des Pygidiums		
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Rhachisbreite.
Forma genuina	16,5mm.	25 mm.	14 mm.	19 mm.	7 mm.
	15 »	25 »	—	—	—
	13 »	20 »	—	—	—
	—	—	12,5 »	15,5 »	5 »
Forma estonica	10,5 »	19,5 »	—	—	—
	—	—	18 »	18,5 »	6,5 »

Vorkommen. Im Vaginatenkalk und an der obern Gränze des Glauconitkalks im Petersburger Gouvernement bei Iswos am Wolchow und in der Umgebung von Pawlowsk und Pulkowa (Samml. Pander, Eichw., Vollb. miner. Ges.). In Estland bei Nömmewesk die Var. *genuina*, bei Reval, Baltischport und auf Rogö die Var. *estonica*. Aus der Echino-

sphaeritenschicht wahrscheinlich die Exemplare in Volb. Samml. mit der Achse parallelen Wangenhörnern in Einem Stück mit *Chaetetes Panderi* Edw. und Haime.

Im Auslande, im schwedischen Orthocerenkalk von Husbyfjöl, von wo ich ein paar hierhergehörige Sücke im Stokholmer Museum gesehen habe.

Erklärung der Abbildungen. T. I., F. 9, aus der Gegend von Pawlowsk (Volb. Samml.). F. 10 ebendaher. F. 11 ebendaher, Schaalenoberfläche vergrössert. F. 12 Kopfumschlag und Seitenansicht (auf T. XII, F. 6 verbessert). F. 13 Unterseite des Kopfes mit Hypostoma, ebendaher. F. 14 Pygidium, ebendaher. T. XI, F. 8 Kopf der Var. *estonica* von Reval (Mus. Reval). F. 4 Kopf und Pygidium der Var. *genuina* von Nömmeweske (Mus. Pahlen). T. XII, F. 5, Kopf der Var. *intermedia* v. Pawlowsk (Volb. Samml.). F. 6 Kopfumschlag der Var. *genuina*, verbessert. F. 7 Seitenansicht des Kopfes von Pawlowsk, mit dem Wangenhorn (Volb. Samml.). F. 8 Pygidium der Var. *genuina*. F. 9 Pygidium der Var. *estonica*.

Phacops Panderi n. sp. T. I, F. 15 — 17. T. XII, F. 10, 11, 12.

1830. *Calymeue sclerops* Pand. Beitr. p. 138. T. IV B, F. 9. T. V, F. 4. T. VI, F. 10.

Diese Art, die nach Pander von keinem unserer Paläontologen wieder erwähnt worden ist, bildet mit *P. exilis* Eichw. die zweite Gruppe unserer *Pterygometopus*-Abtheilung, die sich durch seitlich unbegränzte in die Randwulst verlaufende (oder ihr parallele) Flügel des Frontallobus der Glabella auszeichnet, wie das schon Pander in seiner F. 9 auf Tab. IV B deutlich dargestellt hat. Die Gesichtsnath, die bei den vorigen beiden Arten vertieft war, und dadurch die mittlere Haupt-Partie des Frontallobus getrennt hervortreten liess, ist nur als feine Fuge erkennbar.

Das ganze Thier von *P. Panderi* ist länglich oval, nicht ganz noch einmal so lang wie breit, $3\frac{1}{2}$ mal so lang wie des Kopfschild und 4 mal so lang wie das Pygidium. Das Kopfschid ist halbmondförmig bis dreieckig, weniger als noch einmal so breit wie lang, gewölbt, an den Seiten schräg ansteigend, in der Mitte flacher; an den Hinterecken abgerundet; die Dorsalfurchen sind meist schwach ausgebildet, verlaufen in divergirenden Bogen, die allmählig in die Randfurche übergehen. Die Glabella ist mässig gewölbt, nach vorn meist steil abfallend, der Frontallobus oblong, seine Seitenflügel verlaufen allmählig in den Randsaum, an dessen Umschlagsrande meist noch eine besondere erhaben hervortretende Randkante zu sehen ist, die den ganzen Vorderrand des Kopfschildes umgiebt. Die erwähnten Seitenflügel des Frontallobus sind in feine, pfriemenförmige, lang ausgezogene, gekrümmte Spitzen verlängert, die zwischen der erhabenen Randkante und der Aussenseite des dreieckigen Wangenfeldes verlaufen. Diese Aussenseite bildet, entsprechend der ausgeschweiften Form nes Flügels, einen stark convexen Bogen, der aber nie winklig hervortritt, wie bei der nächsten Art. Die erste Seitenfurche der Glabella ist etwas nach vorn gerichtet, die zweite und dritte nach hinten. Der erste Seitenlobus ist ziemlich scharf

dreieckig, flach; der zweite zurückgebogen, der dritte horizontal, nur schwach an den Enden geknöpft; der Nackenring flach, wenig hervortretend, zuweilen mit einem Median-Tuberkel.

Die Oberfläche des ganzen Kopfschildes ist deutlich tuberculirt, auf der Glabella am stärksten; auf der Fläche der Wangenschilder finden sich Eindrücke zwischen den Tuberkeln.

Die Augen sind mässig gross, um die Hälfte ihrer Länge vom Hinterrande entfernt; die Linsen in etwa 24 Verticalreihen, von denen die mittlere bis 10 einzelne Linsen enthalten. Ihre Gesammtzahl beträgt etwa 200.

Der Kopfumschlag ist vorn an der Glabella flach und steil geneigt, nach den Wangenecken zu verläuft er als schmaler, einfach gewölbter Rand, der bisweilen noch Spuren von Abflachung zeigt.

Das Hypostoma ist von dem der vorigen Art wenig verschieden; es ist oval, mit einem schrägen Quereindruck jederseits, am freien Ende von einer Randnath umgeben, die seitlich in kurze Ecken vorspringt. Die Flügel sind kürzer als bei *P. trigonocephala.*

Das Schwanzschild ist kurz gerundet, anderthalb mal so breit wie lang, am Ende abgestutzt, in seiner Form sehr ähnlich dem des *Chasmops Odini.* Die Rhachis 3 mal schmäler als das ganze Pygidium, mit 9 — 10 deutlichen Gliedern, endet stumpf; sie verschmälert sich nach der Spitze allmähliger als bei voriger Art. Die Seitentheile sind stark gewölbt mit 8 — 9 stark entwickelten ebenfalls deutlich gewölbten Pleuren, die in der Mitte eine Längsfurche zeigen. Die Pleuren reichen bis nahe an den schmalen Rand, der keinerlei Querrippen zeigt.

Unsere Art ist früher vielfach mit der vorigen verwechselt worden, mit der sie an den nämlichen Lokalitäten, wenn auch in verschiedenen Schichten vorkommt. Die vorhergehende Beschreibung zeigt, dass bei einigermaassen eingehender Kenntniss der Formen eine Verwechslung unmöglich ist. Mit der nächsten Art sind dagegen allerdings Verwechslungen möglich, da die Arten nicht nur nebeneinander vorkommen, sondern durch mancherlei Uebergänge mit einander verbunden sind; das sicherste Kennzeichen bleibt einstweilen das mehr- (9 — 10)-gliegrige Schwanzschild unserer Art gegen das 5 — 7-gliedrige des *P. exilis* Eichw.

Von Varietäten ist besonders Eine hervorzuheben, von der wir Tab. I, F. 17 ein Kopfschild abgebildet habe. Die ohnehin nicht stark markirten Seitenfurchen der Glabella (besonders der ersten und zweiten) verlieren sich bisweilen ganz, so dass die Glabella aus Einem Stück zu bestehen scheit. Im Uebrigen stimmen die andern Theile so vollständig überein, dass wir von einer Arttrennung absehen.

Eine andere auffallende Form von *Lapuchinka* haben wir T. XII, F. 11 abgebildet, die nach dem Pygidium und der Form der Glabella-Flügel auch zu *P. Panderi* gehört; der Randsaum ist aber flach und gegen die Wangen winklig abgesetzt; die Glabella fällt sehr

steil gegen den Vorderrand ab und zeigt deutlich die divergirenden Punktreihen von *Chasmops*.

Im Uebrigen variirt unsere Art mit kürzer oder länger ausgezogenen Flügeln der Glabella, die ihrerseits allmähliger oder steiler zum Vorderrand abfällt, uud in mehr oder weniger gerundetem oder abgeplattetem Kopfumschlag.

Maasse:	des Kopfschildes		des Schwanzschildes		
	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.	Rhachisbreite.
	21 mm.	13 mm.	16 mm.	11 mm.	6 mm.
Länge d. ganzen Thieres.	20 »	11 »	14 »	9 »	—
30 mm.	17 »	10 »	12 »	8 »	4 »
20 »	10,5 »	6,5 »	7 »	5 »	2,5 »

Vorkommen. In der Echinosphaeritenschicht (C_1) bisher vorzugsweise im Petersburger Gouvnrnement bei Dubowiki am Wolchow, Pawlowsk (Coll. Volb., Eichw., miner. Gesellsch.), Gostilizi, Lapuchinka (Coll. Plautin). In Estland in undeutlichen Exemplaren bei Peuthof und Chudleigh; ein wohlerhaltenes Kopfschild bei Reval (Mus. Plautin), ein undeutliches von Odensholm (Mus. Dorpat). Die meisten Exemplare sind zusammengerollt gefunden worden. Nur von Gostilizi stammen ein paar ausgestreckte ganze Exemplare.

Erklärung der Abbildungen. T. I, F. 15 a, b. Kopfschild und Seitenansicht eines zusammengekugelten Exemplars der Volborth'schen Sammlung; 15 c ein Theil der letzteren Figur vergrössert, um den Verlauf der Glabellaflügel und das Wangenschild zu zeigen. F. 15 d Schwanzschild desselben Exemplars von oben. F. 16 Kopfschild und Hypostoma eines kleineren Exemplars (nicht genau). F. 17 Kopfschild eines Exemplars mit unentwickelten Seitenfurchen der Glabella (natürl. Gr.).

T. XII, F. 10 ein zusammengerolltes Exemplar von vorn, vo Pawlowsk (Coll. Volb.); F. 11 ein auffallend stark gewölbtes Exemplar von Lapuchinka (s. oben p. 85); F. 12 Kopfumschlag und Hypostoma eines Exemplars von Pawlowsk (Coll. Volb.).

Phacops exilis Eichw. T. I, F. 18—21. T. XII, F. 13.

1855—57. *Acaste exilis* Eichw. Bull. de Moscou 1857. p. 213.
1857. *Phacops dubius* Nieszk. Archiv f. Naturk. Liv.-, Est.- u. Kurl. Ser. I, Th. I, p. 533. T. I, F. 1, 2.
1858. — — F. Schmidt. Archiv l. c. T. II, p. 185.
1860. *Acaste exilis* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1423. T. 52. F. 28.

Die Arten *P. exilis* und *dubius* sind von Eichwald und Nieszkowski fast gleichzeitig aufgestellt worden. Ich habe den ersteren Namen vorgezogen, weil ich den zweifelhaften Charakter der Art nicht mehr erkennen kann. Die Abbildungen beider Autoren sind mangelhaft und geben die eigenthümliche Bildung des Frontallobus nicht wieder, auf die ich schon in meiner ersten Arbeit, l. c. p. 185, aufmerksam gemacht; durch ein Versehen

habe ich (wie auch Nieszkowski) damals unsere Art mit *P. macrophthalmus* Pand. statt mit *P. sclerops* Pand. (= *P. Panderi* m.) verglichen. Mit letzterer Art steht nun *P. exilis* in allernächster Verwandtschaft und lässt sich von ihr durch folgende Kennzeichen unterscheiden.

Der ganze Trilobit ist im Ganzen kleiner, von länglich ovaler Form, noch einmal so lang wie breit. Die Form des Kopfschildes mehr dreieckig. Die Seitenflügel des Frontallobus laufen nicht weit längs dem Wangenrande hinab, sondern bilden kurze, spitze, dreieckige Vorsprunge; die Dorsalfurche geht nicht so allmählig in die Randfurche über wie bei voriger Art, sondern bildet mit ihr einen mehr oder weniger stumpfen Winkel, in Folge dessen erscheint die Aussenseite des Wangenfeldes gebrochen, und aus der bei *P. Panderi* dreiseitigen Form dieses Feldes wird eine vierseitige.

Die Oberfläche der Glabella ist deutlich gekörnt wie bei *P. Panderi*, die Wangenfelder zeigen aber nur Eindrücke und keine Tuberkel.

Der erste Seitenlobus der Glabella ist gewölbt uud an den Kanten abgerundet, nicht flach und scharf dreieckig wie bei *P. Panderi.* Der zweite Seitenlobus ebenfalls convex, zurückgewendet und gerundet. Der dritte horizontal, kaum geknöpft.

Das Auge ist verhältnissmässig höher und schmäler; es zeigt bis 20 Verticalreihen, deren mittelste 11 Linsen enthalten, deren Gesammtzahl auf etwa 180 herauskommt. Der Kopfumschiag und das Hypostoma zeigen keine Unterschiede.

Das Schwanzschild ist viel breiter und kürzer, kaum einen Halbkreis erreichend. Die Rhachis enthält 6 — 7 Glieder, von denen die letzten 2 undeutlich zu sein pflegen; sie ist etwa 3 mal schmäler als das ganze Pygidium. Die Seitentheile zeigen etwa 5 — 6 flache, in der Mitte gefurchte Pleuren, die nicht bis zum Rande reichen und einen breiten flachen Saum übrig lassen.

Wie schon früher angedeutet, steht *P. exilis* mit *P. Panderi* in allernächster Beziehung und ist augenscheinlich aus ihm hervorgegangen. Er kommt sowohl im Echinosphaeritenkalk mit *P. Panderi* zusammen, als im Brandschiefer (C_2) allein vor; nur hier im Brandschiefer sind seine Charaktere constant; im Echinosphaeritenkalk kommen alle möglichen Uebergänge vor. Auf T. I, F. 18 ist eine Form abgebildet, die bei dem kurzen Schwanzschild des *P. exilis* den flachen und dreieckigen ersten Seitenlobus des *P. Panderi* hat; bei anderen Exemplaren ist das kurze Schwanzschild mit dreiseitigem Wangenfelde verbunden, indem die Aussenseite desselben nur stark gebogen, nicht gebrochen ist. Bei manchen kleineren Exemplaren der Echinosphaeritenschicht, die bis auf die geringere Gliederzahl des Schwanzschildes mit *P. Panderi* stimmen, könnte man an Jugendzustände des Letzteren denken.

Maasse:

des Kopfschildes		des Schwanzschildes		
Breite.	Länge.	Breite.	Länge.	Rhachisbreite.
19 mm.	11 mm.	—	—	—
12 »	8 »	9 mm.	6 mm.	3 mm.
15 »	8,5 »	—	—	—
14 »	7 »	10 »	5 »	4 »
—	—	12 »	6,5 »	4 »
13 »	7,5 »	—	—	—
8 »	5 »	5,5 »	3 »	—

Vorkommen: Die typische Form im Echinosphaeritenkalk der Umgebung von Pawlowsk (Samml. Volborth), vorzugsweise aber im Brandschiefer und entsprechenden Kalkstein Estlands bei Kuckers, Wannamois bei Tolks, Salla bei Erras, Reval, Kokka bei Baltischport, und in ausgeworfenen Platten bei Spitham. Uebergangsformen vorzugsweise im Echinosphaeritenkalk des Petersburger Gouvernements in der Umgebung von Pawlowsk und Pulkowa (Volb. u. Eichw. Samml.).

Erklärung der Abbildungen. T. I, F. 18 a, b aus der Umgebung von Pawlowsk (Eichw. Samml.) breite Varietät; F. 19 a, b aus dem Brandschiefer von Kuckers (Mus. Reval) typische Form; F. 20 ein vollständiges Exemplar ebendaher; F. 21 ein Steinkern ebendaher, die Gesichtslinie nicht genau. T. XII, F. 13, Vorderansicht des Stücks T. I, F. 19, um auch hier den Unterschied von *P. Panderi* zu zeigen.

Phacops laevigata n. sp. T. I, F. 22 a—e. T. X, F. 13, 14. T. XII, F. 14, 15. T. XV, F. 24.

Unsere Art schliesst sich in der Form des Kopfschildes nahe an *P. exilis* an. Das Kopfschild ist flach gewölbt, abgerundet dreiseitig, nach vorn etwas vorgezogen, anderthalb mal so breit wie lang. Die stark divergirenden Dorsalfurchen schliessen sich in einem stumpfen Winkel an die Randfurchen, wodurch das Wangenfeld vierseitig wird, aber es ist keine markirte hervortretende Randkante, wie bei den beiden vorigen Arten, vorhanden, sondern der von den Flügeln der Glabella nicht getrennte Randsaum stösst unmittelbar in stumpfer Randkante an den flach gewölbten einfachen Kopfumschlag; nach den abgerundeten Hinterecken zu geht der Randsaum in einfacher Wölbung in den Umschlag über. Die Haupteigenthümlichkeit unserer Art liegt in den Seitenloben und Furchen der flach gewölbten Glabella. Zunächst ist die Entfernung der beiderseitigen Loben länger als diese selbst, dann ist der erste Seitenlobus durch die schwache Ausprägung der ersten Seitenfurche nur unvollkommen ausgebildet. Der Lobus selbst ist von dreieckiger Form. Die erste Seitenfurche besteht, wie bei den Arten der Untergattung *Phacops* und z. Th. *Acoste*, aus zwei schwach markirten, fast in Einer Linie liegenden, und meist zu einer solchen verfliessenden Bogenstücken. Die zweite und dritte Seitenfurche sind sehr kurz, und in Folge

davon erscheinen auch die entsprechenden zweiten und dritten Loben jederseits nur als kurze Knötchen. Der Nackenring ist deutlich, erhaben und in der Mitte bisweilen, wie bei den vorigen Arten, mit einem Knötchen geziert. Die Augenbasis fällt steil zum schmalen Nackenring hinab, so dass die Augen sich fast vertical über den Hinterrand erheben. Die Augen selbst sind stumpf konisch, ziemlich schmal, die Seitenwülste der Augendeckplatte stark entwickelt. Die Zahl der verticalen Linsenreihen beträgt etwa 15, die mittelsten derselben enthalten bis 7 Linsen. Die Gesammtzahl der Linsen beträgt etwa 80.

Die Oberfläche des Kopfschildes ist glatt oder ganz fein chagrinirt, zuweilen lassen sich einige schwach angedeutete Tuberkel erkennen. Auf dem Steinkern erkennt man die divergirenden Reihen von eingedrückten Punkten auf dem Frontallobus der Glabella.

Das einzige mit einiger Sicherheit hierher zu ziehende Pygidium (v. Kegel) ist flach gewölbt, kurz, hinten abgerundet, etwa 5-gliedrig, $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie die Rhachis; an dieser nur die ersten drei Glieder deutlich. Die Pleuren ebenfalls nur schwach angedeutet, flach, erreichen den Rand nicht. Im Uebrigen dem *P. exilis* sehr ähnlich, nur etwas schmäler.

Unsere Art ist früher nicht gefunden worden, wenn nicht etwa das von Hoffman l. c. p. 42, T. IV, F. 5 mit Zweifel als *P. mucronatus* angeführte Stück hierher gehören sollte. Es wird von Oesel angeführt, dort kommt aber nichts ähnliches vor. Hoffmann hatte Zutritt zur Pander'schen Sammlung, diese enthielt mancherlei aus Kegel und Umgebung. Jedenfalls ist das Originalstück zu der citirten Abbildung jetzt nicht mehr vorhanden.

Maasse:	des Kopfschildes		des Schwanzschildes		
	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.	Rhachisbreite.
	13 mm.	8 mm.	—	—	—
	3 »	5 »	—	—	—
	—	—	5 mm.	3,5 mm.	2 mm.

Vorkommen. Ausschliesslich in der Jeweschen Schicht, besonders in deren oberen Abtheilung, und bisher nur in Estland gefunden; bei Kegel (am Eisenbahndamm und beim Pastorat), Lehhola (Landrath v. z. Mühlen), Paesküll, Penningby, Kedder, Sommerhusen. Sämmtliche Exemplare, etwa 10, befinden sich im Revaler Museum.

Erklärung der Abbildungen. T. I, F. 22 aus Kegel, a von oben, b von der Seite, c der Umschlag. Die Gesichtslinie ist an der Glabella zu stark markirt, daher sich diese gegen ihre Flügel zu sehr hervorhebt. Daher die neue Abtheilung nach einem Stück von Sommerhusen auf T. X, F. 14, die zugleich die Stellung des Auges zeigt. F. 13 auf derselben Tafel zeigt ein anderes Stück von Sommerhusen von oben; das nämliche Stück habe ich auf T. XII, F. 15 noch einmal von vorn abbilden lassen, um die divergirenden Punktreihen auf der Glabella und deren Wölbung zu zeigen. Auf derselben T. XII stellt F. 14

das Stück von Lehhola dar, auf dem die Glabella mit ihren Seitenloben besser zu sehen sind als bei den früheren Figuren T. XV. F. 24 ein Pygidium von Kegel.

Phacops Kuckersianus n. sp. T. V, F. 11 — 13. T. XI. F. 7. T. XII, 16, 17, 18.

Mit dieser Art treten wir in eine neue Abtheilung der *Pterygometopus*-Gruppe ein, bei welcher der gleichmässige Randsaum deutlich von den Flügeln der Glabella getrennt ist und diese selbst nur als kurze und begränzte Fortsätze jederseits über die Gesichtsnath hinausreichen.

Das Kopfschild ist halbkreisförmig, halb so lang als breit, vorn etwas vorgezogen, an den Wangen stark abwärts gebogen und an den Hinterecken in kurze Spitzen ausgezogen, deren Länge die halbe Läne der Glabella etwas übertrifft. Die Rückenfurchen sind leicht auswärts gebogen und stossen über dem Auge mit der Randfurche in einem Bogen zusammen. Der Frontallobus der Glabella ist fast rhombisch durch seinen Vorsprung nach vorn und durch die nach vorn gerichteten starken ersten Seitenfurchen; seine Flügel ragen nur wenig als kurze dreieckige Spitzen über die nicht eingedrückte Gesichtsnath herüber, und schieben sich zwischen die Augen und die deutlich markirte Randwulst ein. Der erste Seitenlobus bildet ein stark markirtes rechtwinkliges Dreieck, dessen rechter Winkel nach aussen liegt. Der zweite Lobus ist linear, schwach nach hinten gebogen, an den Enden etwas angeschwollen; der dritte wie gewöhnlich horizontal, an den Enden geknöpft; auch der flache lineare Nackenring erscheint an den Enden, vor der Rückenfurche schwach geknöpft. Das Wangenfeld ist dreiseitig, abwärts geneigt. Der Kopfumschlag gerundet, gegen die Randwulst nicht scharf abgesetzt, vor dem Frontallobus etwas abgeflacht. Das Hypostoma unbekannt. Das Auge gross (der Durchschnitt seiner Basis gleich der halben Läne der Glabella bis zum Nackenring), seine Höhe ebenso gross, stumpf, dem Vorderrande stark genähert und über ihm steil sich erhebend. Wir zählen etwa 25 Verticalreihen von Linsen und 12 Linsen in den mittelsten Reihen. Die Gesammtzahl der Linsen kommt auf 240. Der Occipitalflügel hinter dem Auge flach.

Die Oberfläche der Glabella erscheint fein tuberculirt; in der Anordnung der Tuberkel markiren sich die divergirenden Punktreihen, wenn diese selbst auch nicht sichtbar sind, durch feine divergirende Streifen zwischen den Tuberkeln (T. XII, F. 17). Die Wangenschilder wie gewöhnlich mit feinen eingedrückten Punkten versehen, die aber nur schwer wahrzunehmen sind.

Das Schwanzschild dreieckig, spitz, die Rhachis stark nach hinten verschmälert und mit einem ziemlich starken Kiel bis zur Spitze reichend; ich zähle 10 — 11 Glieder. Ebenso sind 10 flache Pleurenglieder zu erkennen, von denen die letzten stark nach hinten gebogen sind und der Rhachis fast parallel laufen. Ganze Exemplare sind nicht gefunden.

Maasse:

des Kopfschildes		des Schwanzschildes	
Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
11 mm.	19,5 mm.	—	—
10,5 »	19,5 »	—	—
—	—	6 mm.	7 mm.

Vorkommen. Im Brandschiefer oder der Kuckersschen Schicht (C_2) bei Kuckers, Salla bei Erras, Wannamois bei Tolks, Reval auf dem Laaksberg (Samml. Plautin). Die Stücke von Kuckers befinden sich in der Revalschen Sammlung, die von Erras und Tolks in der des Dorpater Naturforschervereins und in der Volborth'schen Sammlung. Die Art kommt mit *P. exilis* zusammen vor und ist etwas weniger häufig als dieser.

Erklärung der Abbildungen. T. V, F. 11 a, b, c ein Kopfschild von Kuckers, in c vergrössert (Mus. Reval), F. 12 eine innere Ansicht (auf T. XII, F. 18 genauer dargestellt). T. XI, F. 7 ein Exemplar von Reval (Coll. Plautin); T. XII, F. 16 Vorderansicht des nämlichen Exemplars; F. 17 eine Glabella aus Kuckers, vergrössert, um die Anordnung der Tuberkel zu zeigen.

Phacops Kegelensis n. sp. T. XI, F. 8. T. XII, F. 19. T. XV, F. 25, 26.

Diese Art glaubte ich früher als blosse Mutation mit der vorigen verbinden zu können; jetzt haben sich Unterscheidungsmerkmale genug herausgestellt, um eine besondere Art aufstellen zu können, wenn wir auch nicht läugnen wollen, dass ein genetischer Zusammenhang immerhin wahrscheinlich ist.

Das ganze Kopfschild ist flacher und in Folge dessen breiter. Der Vorderrand ist abgerundet und springt viel weniger vor. Daher hat auch der Frontallobus der Glabella eine mehr elliptische als rhombische Form. Auch die erste Seitenfurche ist weniger stark nach vorn gezogen als bei voriger Art. Die Oberfläche der Glabella ist feiner tuberculirt als bei der vorigen Art und lässt ebenso wie diese Spuren der divergirenden Punktreihen auf dem Frontallobus erkennen. Der Nackenring ist breiter und nach hinten etwas bogenförmig vorgezogen. Die Wangen fallen weniger steil seitlich ab. Die Augen sind vom Vorderrande mehr entfernt und erheben sich nich nicht steil über ihn; die schmale, gekrümmte vordere Spitze des Wangendreiecks schiebt sich zwischen das Auge und den Seitenflügel des Frontallobus der Glabella. Das Pygidium ist dreieckig, stumpf, flach gewölbt, 12-gliedrig, breiter als lang. Die Rhachis nach hinten zugespitzt ohne Kiel, 3 mal schmäler als das ganze Pygidium. Die Seitenlappen seitlich schwach abwärts gebogen; die Pleuren erreichen nicht den Aussenrand.

Ein paar Exemplare unserer Art (Geschiebe von Keinis auf Dago) sind schon von Nieszkowski l. c. p. 538 erwähnt und unter *P. caudatus* aufgeführt worden.

Maasse:

	des Kopfschildes		des Pygidiums	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
	10,5 mm.	18 mm.	—	—
	—	—	11 mm.	14 mm.

Vorkommen. In der Jeweschen Schicht bei Penningby und Kegel anstehend (Mus. Reval). In Geschieben von Keinis auf Dago (s. oben), Kopfschild und Pygidium. Ausserdem auch in Preussen ein Kopfschild als Geschiebe gefunden (Mus. d. physical. ökonom. Gesellschaft in Königsberg).

Erklärung der Abbildungen. T. XI, F. 8 ein Kopfschild aus Kegel, natürl. Gr. (Mus. Reval); T. XII, F. 19 vordere Ansicht desselben. T. XV, F. 25 Seitenansicht desselben Exemplars. F. 26 Pygidium von Keinis auf Dago (Geschiebe, Schrenck'sche Samml. im Dorpater Naturforscherverein.

Phacops Nieszkowskii n. sp. T. V, F. 14, 15. T. XI, F. 8. T. XII, F. 20, 21.

1857. *Phacops caudatus* Nieszk. l. c. p. 538 ex. pt.
1858. — *mucronatus?* F. Schmidt. Untersuchungen u. s. w. l. c. p. 185.

Die vorliegende Art ist uns schon lange in unvollständigen Exemplaren von Wesenberg bekannt; Nieszkowski brachte sie zu *P. caudatus* und ich selbst sprach schon in meiner früheren Arbeit die Vermuthung aus, dass sie wahrscheinlich eine neue Art bilde; freilich verstand ich damals nicht sie von *P. Kuckersianus* zu trennen. Es sind meist unvollständige Kopf- und Schwanzschilder die uns vorliegen; vollständige Exemplare sind bisher nicht gefunden worden.

Das Kopfschild ist halbmondförmig, halb so lang wie breit, flach gewölbt, an den Hinterecken in kurze Spitzen ausgezogen, deren Länge fast der der Glabella gleichkommt. Die Wangen mässig schräg abwärts geneigt. Vorn und an den Seiten des Kopfschildes ein deutlicher flach gewölbter Randsaum, dessen entsprechende Randfurche an den Hinterecken mit der Nackenfurche in einem spitzen Winkel zusammenstösst. Die Dorsalfurchen sind nicht tief, leicht nach aussen gewandt, verlieren sich an der Glabella über dem ersten Seitenlobus, daher sie nicht direkt mit der Randfurche communiciren, wie bei den früheren Arten. In Folge davon hat auch das Wangenfeld nicht mehr seine abgegränzte dreiseitige Form, sondern endet offen am Rande des Frontallobus und hat eine gekrümmte vierseitige Form. Der Frontallobus der Glabella elliptisch, an den Enden abgerundet; die Gesichtsnath schneidet seitlich jederseits nur einen kleinen Bogenabschnitt ab. Die erste Seitenfurche nur wenig nach vorn gezogen, die zweite und dritte etwas rückwärts gerichtet. Der erste Seitenlobus dreieckig; der Winkel nach aussen an der Dorsalfurche übersteigt etwas einen Rechten. Der zweite Lobus ist flach linear, der dritte an den Enden etwas geknöpft

durch eine schwache Längsfurche, die sich auch über den Nackenring fortsetzt. Dieser ist ebenfalls flach, von gleicher Gestalt wie der dritte Lobus, nur etwas breiter.

Der Kopfumschlag ist einfach gerundet, wie bei voriger Art, das Hypostoma bisher unbekannt.

Die Augen stumpf-konisch, ziemlich hoch und schmal, befinden sich ziemlich in der Mitte der Höhe des Kopfschildes und liegen dem ersten und zweiten Seitenlobus gegenüber. An dem einzigen vollständig erhaltenen Auge zähle ich 20 Verticalreihen, deren mittelste bis 9 Linsen enthalten. Im Ganzen etwa 160 Linsen. Die Oberfläche der Glabella ist fein granulirt; man kann ebenso wie bei voriger Art auf der Mitte des Frontallobus eine reihenweise Anordnung der kleinen Tuberkel wahrnehmen, die zwischen sich die als schwache Furchen angedeuteten divergirenden eingedrückten Punktreihen frei lassen (T. XII, F. 20). Im Uebrigen erscheint die Oberfläche ganz glatt. Auf den Wangenschildern bisweilen die eingedrückten Punkte zu erkennen, die sich vorzüglich um die Augenbasis gruppiren.

An Einem kopflosen Exemplar sind die Rumpfglieder erhalten; die Pleuren enden abgestutzt.

Das Schwanzschild ist stumpf dreieckig, wenig breiter als lang, dreimal breiter als die Rhachis. Die Rhachis schmal, wenig gewölbt, 12 — 14-gliedrig (die letzten Glieder kaum zu erkennen). Die Seitentheile abwärts gebogen mit 12 — 14 Pleuren, die fast bis zum Rande reichen; die letzten sind stark nach hinten gewendet. Die Pleuren sind flach, mit schwacher Medianfurche. Die zusammen vorkommenden Pygidien von *P.* (*Chasmops*) *Wesenbergensis* unterscheiden sich durch ihre bedeutende Grösse und ihre runde Form.

Unsere Art kann nur mit dem *P. Kuckersianus* und *Kegelensis* verglichen werden, doch sind schon die spitz endenden Flügel der Glabella bei dieser Grund genug zur Unterscheidung, ausserdem das begränzte dreiseitige Wangenfeld, u. s. w. Die Fortsetzung des Frontallobus seitlich über die Nath ist bei *P. Nieszkowskii* oft so wenig deutlich, dass man zweifelhaft wird, ob die Art wirklich noch zur Gruppe *Pterygometopus* gehört; im Sinne der Salter'schen Gruppirung könnte man sie ebensogut zu *Chasmops* rechnen, zu dem ja auch sonst die *Pterygometopus*-Gruppe die meisten Beziehungen hat.

Maasse:

des Kopfschildes.		des Schwanzschildes		
Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Breite der Rhachis.
10 mm.	—	—	—	—
6 »	12 mm.	—	—	—
5 »	9 »	—	—	—
3 »	6 »	—	—	—
—	—	5,5 mm.	7 mm.	—
—	—	12 »	13 »	4 mm.
—	—	12 »	14 »	4,5 »

Vorkommen. Ausschliesslich in der Wesenbergschen Schicht, vorzüglich bei Wesenberg selbst (Mus. Reval, Dorpat, Volborth, Pahlen), dann aber auch bei Paggar (Mus. Dorpat) und Wait (Mus. Reval).

Erklärung der Abbildungen. Tab. V, F. 14 a, b, c Kopfschild von Wesenberg; F. 15 Schwanzschild mit einigen Leibesgliedern von ebendaher (Samml. Pahlen). T. XI, F. 8 ebenfalls von Wesenberg (Mus. Reval). T. XII, F. 20 Theil eines Kopfschildes vergrössert; F. 21 ein isolirtes Pygidium ebenfalls von Wesenberg (Mus. Reval).

Untergattung Chasmops M. Coy.

Wir haben schon oben (p. 62) angedeutet, dass wir diese Gruppe nicht für eine besondere Gattung halten können, weil es keine recht durchgreifenden Unterschiede von den übrigen Gruppen giebt; namentlich sind es die ältesten Chasmopsformen aus dem Echinosphaeritenkalk, die wir unten als *P. nasuta* und *ingrica* beschreiben werden, welche die eigenthümlichen Chasmopscharaktere erst in wenig ausgesprochener Weise zeigen. Der erste Seitenlobus der Glabella ist noch lange nicht so vorherrschend gegen die übrigen ausgebildet wie bei den späteren typischen Chasmopsformen. Auch die divergirenden Punktreihen auf dem Frontallobus kommen, wie wir gesehen haben, andeutungsweise schon bei mehreren Pterygometopusarten vor. Immerhin glaube ich aber, dass die jetzt von mir besprochenen Chasmopsarten eine näher zusammenhängende Gruppe bilden, als die Chasmopsarten bei Salter.

Früher war ich mit Nieszkowski geneigt, alle von Angelin und Sjögren aufgestellten hierher gehörigen Formen zu Einer Art zusammenzuziehen, und auch Prof. F. Römer hat sich dieser Ansicht angeschlossen. Bei eingehenderem Studium unseres Materials aber, und namentlich bei strengem Auseinanderhalten der verschiedenen Schichten angehörigen Formen, bin ich nicht allein dazu gekommen, die Angelin'schen Arten sämmtlich anzuerkennen, sondern auch eine ganze Reihe von neuen Formen aufzustellen, so dass wir jetzt im Schwedisch-Russischen Baltischen Silurgebiet 14 ächte Chasmopsarten haben, von denen 13 unserem Gebiet angehören. Eine schwedische Art, *P. macroura* Sjögr., ist bei uns nicht gefunden, kommt aber unter den norddeutschen silurischen Geschieben häufig vor.

Eine weitere Gruppirung unserer *Chasmops*-Arten, wie wir eine solche bei *Pterygometopus* durchführen konnten, ist sehr schwierig, weil sich eben die Arten untereinander viel näher stehen. Wir können hier nur sagen, dass Eins der am meisten auffallenden Merkmale von *Chasmops*, das vollständige Zurücktreten des zweiten Seitenlobus der Glabella gegenüber dem grossen dreieckigen ersten Lobus, bei den älteren Formen aus dem Echinosphaeritenkalk viel weniger hervortritt, als bei den jüngeren. Man könnte daraus auf ein Hervorgehen der *Chasmops*-Arten aus älteren *Pterygometopus*-Formen schliessen, doch fehlt es bisher an deutlichen Anhaltspunkten und Uebergängen. Ein anderer Unterschied

der sich zwischen den älteren und jüngeren *Chasmops*-Arten zeigt, besteht darin, dass die älteren Arten gewölbte Pleuren am Pygidium zeigen, mit deutlicher Längsfurche, wie bei den Rumpfpleuren. Die jüngeren Arten aber, *P. Wesenbergensis* und *Eichwaldi*, zu denen noch *maxima* und *macroura* der Jeweschen Schicht kommen, flache Pleuren mit kaum angedeuteter Medianfurche. Ebenso sind die Pleuren des Thorax bei den jüngsten Arten, *P. Wesenbergensis* und *Eichwaldi*, flacher und weniger deutlich gekniet, als bei den älteren, bei denen ein fast rechtwinkliges Knie die Pleuren in zwei gleiche Hälften theilt. Bei den vorhin genannten beiden Arten ist das Knie viel weniger scharf und der äussere Pleurentheil bedeutend kürzer als der innere. Uebrigens harmonirt die stärkere oder schwächere Ausbildung des Knies der Rumpfpleuren mit dem Grade der Neigung der Seitentheile des Pygidiums. Sind diese seitlich stark zusammengedrückt, so sind auch die Rumpfpleuren scharf gekniet und umgekehrt.

Wir werden wie früher mit den ältesten Arten beginnen, und dann zu der typischen Art der Gruppe *P. Odini* Eichw. übergehen, der wahrscheinlich mit seinem Vorläufer *P. praecurrens* m. in genetischem Zusammenhange steht. An *P. Odini* wird sich zunächst *P. marginata* m. schliessen, der mit ihm und dem vorgenannten die gleichmässig bandartige zweikantige Form des Kopfumschlags gemeinsam hat, und weiter die übrigen Arten mit gerundetem oder vorn und an den Seiten ungleich ausgebildetem Umschlag. Die drei obengenannten Arten *P. praecurrens*, *Odini* und *marginata* stehen in nächster Verwandtschaft mit dem altbekannten scandinavischen *P. conicophthalma* Sars. et Boek; ich werde daher unten bisweilen von der Gruppe des *P. conicophthalma* zu sprechen haben. Ich bin lange zweifelhaft gewesen, ob ich nicht in diesem Falle nur Eine Species *P. conicophthalma* annehmen solle und die übrigen Formen als Varietäten und Mutationen unterbringen, aber einmal liess sich bisher jede der genannten bei uns einheimischen Formen bestimmt erkennen, charakterisiren und einem bestimmten Horizonte zuweisen, dann war aber auch zu berücksichtigen, dass der ächte scandinavische *P. conicophthalma* seine bestimmten unterscheidenden Merkmale besitzt, und der Name daher nicht so ohne Weiteres auf eine ganze Gruppe verschiedener, wenn auch verwandter Formen, übertragen werden konnte.

Phacops ingrica n. sp. T. II, F. 16. T. XII, F. 22.

Es liegen drei unvollständige Kopfschilder vor in der Volborth'schen Sammlung, die aus der Umgebung von Pawlowsk und wahrscheinlich aus der Echinosphaeritenschicht stammen.

Die Stücke zeigen ihre Hinzugehörigkeit zu *Chasmops* durch ihre deutlich von den Gesichtsnäthen begränzte Glabella und die stark ausgesprochenen divergirenden Punktreihen. Der flach gewölbte Kopfumschlag verläuft als gleichmässiges schmales Band längs dem ganzen Rande des Kopfschildes und zeigt sowohl oben als unten eine deutliche, wenn auch nicht sehr scharfe Kante. Dadurch wird die nahe Verwandtschaft zu *P. conophthalma*

ausgesprochen. Von diesem unterscheidet sich unsere Art ausser der flacheren Form des Kopfschildes ganz scharf durch den regelmässig ausgebildeten linearen zweiten Seitenlobus der Glabella, der dem dritten an Länge und Breite gleicht. Der scharf dreieckige erste Lobus zeigt in Folge dessen eine kürzere Aussenseite. Die ganze Glabella ist flach gewölbt, vorn etwas abgestutzt. Die Breite des Frontallobus übertrifft die Länge der ganzen Glabella, ist aber kleiner als die ganze Länge des Kopfschildes. Die erste Seitenfurche ist stark nach vorn gezogen, die zweite etwas zurück; der erste Lobus zeigt nach aussen einen rechten Winkel und ist scharf dreieckig, die äussere Seite kürzer als die vordere. Der Nackenring ist flach, linear, schwach geknöpft wie der dritte Seitenlobus. Die Wangen fallen schräg geneigt zum flachen Randsaum ab. Die Hinterecken scheinen in kurze Hörner auszulaufen, doch sind diese bei keinem Exemplar erhalten. Das Auge befindet sich ziemlich in der Mitte der Wangenhöhe, ist stumpf konisch, von mässiger Grösse und der Längsdurchschnitt seiner Basis erreicht noch nicht die halbe Länge der Glabella.

Die Oberfläche zeigt auf der Glabella eine feine, doch deutliche Tuberculirung, auf dem Wangenfelde bemerkt man nur eingedrückte Punkte.

Unsere Art weicht in der Beschaffenheit ihres Kopfschildes von den übrigen *Chasmops*-Arten deutlich ab. Dafür zeigt sie in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit dem viel jüngeren *P. Nieszkowskii* der Wesenberger Schicht, der ja auch seinerseits an der äussersten Gränze der Gruppe *Pterygometopus* steht. Ausser dem Verhältniss des Frontallobus zur Gesichtsnath und den deutlich sichtbaren divergirenden Punktreihen unterscheidet sich *P. Nieszkowskii* durch die regelmässigere, vorn und hinten gleiche Form des Frontallobus.

Maasse:	des Kopfschildes		der Glabella
	Breite.	Länge.	Breite.
	—	10 mm.	9 mm.
	12 mm.	7 »	6 »

Vorkommen. In der Volborth'schen Sammlung befinden sich drei unvollkommene Kopfschilder, die aus der Umgebung von Pawlowsk stammen, wahrscheinlich aus der Echinosphaeritenschicht. Selbst habe ich die Art niemals gefunden.

Erklärung der Abbildungen. T. II, F. 16 ein Kopfschild von oben, der Vorderrand springt zu weit vor (etwas vergrössert). T. XII, F. 22 dasselbe Stück von der Seite (natürliche Grösse).

Phacops nasuta n. sp. T. XI, F. 5, 6. T. XII, F. 23 a, b, c. T. XV, F. 27, 28.

Erst ganz neuerdings habe ich unsere Art unterschieden, vorzugsweise nach Materialien, die vom Hrn. General Plautin und seiner Frau Gemahlin bei Gostilitzy unweit Peterhof gesammelt wurden. Es liegen uns einige ziemlich vollständige zusammengerollte Exemplare und einige isolirte Kopfschilder vor.

Das Kopfschild hoch gewölbt, mit steil abfallenden Wangen, von stumpf dreieckiger Form, anderthalb mal so breit wie lang, auf der ganzen Oberfläche tuberculirt. Umriss des Vorderrands in der Mitte mit einem stumpf dreieckigen Vorsprung, an den Seiten bogenförmig, convex. Wangenhörner etwas divergirend, allmählig zugespitzt, etwa bis zum vierten Leibesgliede reichend. Der Kopfumschlag bildet in der Mitte unter dem erwähnten Vorsprunge eine flache dreiseitige Platte, an deren Seite er einfacher und gefaltet ist. Längs den Wangen verläuft ein schmales Band mit beiderseits scharfer Kante, das nach den Wangenhörnern zu wieder in eine gerundete Falte übergeht. Bei der starken Wölbung des Kopfschildes liegt der ganze Umschlag horizontal auf der Unterseite desselben. Die Dorsalfurchen sind tief, schwach divergirend. Die Glabella stark gewölbt, an der Basis stark verschmälert. Der Frontallobus schmäler als die ganze Länge des Kopfschildes, von elliptischer Form, vorn steil abfallend, bisweilen mit einem kleinen Vorsprung in der Mitte, dem Vorsprunge des Vorderrandes entsprechend; die divergirenden Punktreihen deutlich. Der erste Seitenlobus scharf dreieckig, ziemlich flach. Der zweite Seitenlobus nach hinten gewandt, schmal linear, ebenso lang wie die Hinterseite des ersten Lobus. Die dritten Seitenloben ebenso lang wie die zweiten bilden einen schwach ausgeprägten, schmalen, hochgewölbten Ring, dessen Seitentheile steil zur Dorsalfurche abfallen. Der breite Nackenring steigt nach hinten hoch an und erhebt sich deutlich über die Glabella. Der Randsaum überall deutlich; vor der Glabella bildet er einen wenig geneigten flachen Saum mit dem schon erwähnten dreieckigen Vorsprung in der Mitte; an den Seiten ist dieser flache Saum steiler geneigt und von dem erhöhten Wangenfelde durch eine deutlich markirte Randfurche geschieden, die mit der Occipitalfurche unter einem Winkel von c. 60 Gr. zusammentrifft. Die vordere Gesichtsnath verläuft parallel dem Vorderrande hart vor der Glabella, und macht hinter dem dreieckigen Vorsprung eine Ausbuchtung nach vorn. Die Augen gross, stumpf kegelförmig. Ich zähle 24—25 Verticalreihen, von denen die meisten 12 sechsseitige Facetten zeigen, die direkt an einander stossen. Im Ganzen werden auf Ein Auge 260—270 solcher Facetten kommen.

Vom Augengrunde fällt die Fläche der Wange steil nach vorn und aussen, und flach nach hinten zum Nackenringe ab. Der hintere Zweig der Gesichtsnath, vom Auge bis zur Seitenfurche, ist auf dem Wangenfelde vertieft.

Der Thorax zeigt eine stark erhabene Rhachis, die von ziemlich gleicher Breite mit flachen Innentheil der Pleuren ist, deren Aussentheil sich kreisförmig abwärts biegt.

Das Pygidium ist parabolisch, am Ende etwas abgestutzt, etwas breiter als lang, 10-gliedrig, $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie die stark erhabene, nach hinten sehr allmählig verschmälerte Rhachis, die rund endet, und deren Glieder alle deutlich zu erkennen sind. Die Seitenlappen sind von der Seite ziemlich stark zusammengedrückt und fallen nach aussen steil, fast vertical ab. Die Pleuren gewölbt, schmal, durch deutlich Furchen von einander geschieden, alle deutlich ausgeprägt, alle, mit Ausnahme der letzten, mit deutlicher Medianfurche.

P. nasuta zeigt einige Aehnlichkeit mit der Gruppe der *P. conicophthalma*, weicht

aber deutlich ab durch das schmale Kopfschild, den Vorsprung auf dem Vorderrand, den stark ausgebildeten zweiten Seitenlobus und die hochgewölbte Rhachis auf Thorax und Pygidium.

Maasse:	des Kopfschildes		des Frontallobus	des Pygidiums	
	Breite.	Länge.	Breite.	Breite.	Länge.
	24 mm.	16 mm.	11 mm.	15 mm.	14 mm.
	22 »	15 »	12 »	13 »	11 »

Vorkommen: *P. nasuta* ist auf die untersten Schichten des Echinosphaeritenkalks beschränkt; die meisten Exemplare sind bisher bei Gostilitzy von Plautin gefunden und befinden sich in dessen Sammlung; ausserdem liegen uns Exemplare von Dubowiki am Wolchow, Lapuchinka und von Reval aus der Linsenschicht (Coll. Pahlen) vor. Von meiner letzten Anwesenheit in Stockholm finde ich eine Notiz bei mir, wonach eine unserer Art sehr ähnliche Form auch bei Husbyfjöl im Orthocerenkalk gefunden ist.

Erklärung der Abbildungen. T. XI, F. 5 ein Kopfschild von Dubowiki, der hintere Theil der Glabella nicht ganz genau dargestellt, die Wangenhörner abgebrochen; F. 6 ein Kopfschild von Gostilitzy mit erhaltenen Wangenhörnern (Coll. Plautin). T. XII, F. 23 a, b, c das Exemplar F. 5 der vorhergehenden Tafel genauer dargestellt. T. XV, F. 27 Theil eines Kopfschildes von Gostilitzy (Coll. Plaut.); F. 28 Kopfumschlag von unten, ebendaher.

Phacops praecurrens n. sp. T. II, F. 14, 15, 17. T. XV, F. 29.

Es liegen uns nur einige unvollständige Kopfschilder nebst Einem wahrscheinlich hierher gehörigen Pygidium vor, auf die wir unsere Art gründen und mit der die Gruppe der *P. conicophthalma* bei uns beginnt.

Das Kopfschild ist halbmondförmig, mehr als noch einmal so breit wie lang, ziemlich hoch gewölbt mit stark divergirenden Dorsalfurchen, auf der ganzen Oberfläche, besonders auf der Glabella, feiner oder gröber tuberculirt. Der Vorderrand verläuft gleichmässig bogenförmig, vorn an den Seiten bisweilen etwas ausgeschweift. Der Kopfumschlag bildet ein gleichmässiges flaches Band, das oben und unten durch eine scharfe Kante begränzt wird. Die Glabella ist ziemlich stark gewölbt, der Frontallobus elliptisch, nach vorn wenig vorgezogen, breiter als die ganze Länge des Kopfschildes. Der erste Seitenlobus scharf dreieckig, gewölbt, sein hinterer Winkel gleich einem Rechten. Seine Aussenseite nimmt an der Dorsalfurche eine grössere Länge ein, als die Aussenseite des Frontallobus. Der zweite Seitenlobus deutlich, schmal linear, nach hinten gewandt, parallel der Hinterseite des ersten Lobus; er ist etwa $^2/_3$ so lang wie dieser. Die dritten Loben bilden einen deutlichen Ring, der dem wenig erhabenen Nackenring parallel läuft und ähnlich gebildet ist. Der scharfkantige schmale Randsaum ist am ganzen Vorderrande deutlich; an die Glabella

tritt er hart heran, von den Wangen ist er durch eine deutliche flache Randfurche geschieden. Die Wangen fallen steil ab. Die Augen sind an keinem unserer Exemplare erhalten. Die unvollständig erhaltenen Wangenhörner scheinen ebenso lang und von gleicher Beschaffenheit zu sein wie bei *P. Odini.*

Das wahrscheinlich hierher gehörige Pygidium (T. II, F. 17) ist von parabolischer Form, fast dreieckig, breiter als lang, ziemlich flach gewölbt, an den Seiten kaum zusammengedrückt, 11-gliedrig, hinten nicht abgestutzt, $2^1/_2$ mal so breit wie die stumpf endende Rhachis, die sich mässig hoch über die Seitenlappen erhebt. Diese letzteren sind gleichmässig gewölbt, seitwärts steil abfallend; die Pleuren bis zur hinteren Spitze alle deutlich markirt, die vorderen mit schwacher Medianfurche versehen.

P. praecurrens unterscheidet sich so deutlich von *P. Odini* durch ihre tuberculirte Oberfläche, die grössere Breite des Kopfschildes und den grösseren ersten und zweiten Seitenlobus der Glabella, dass ich nicht angestanden habe, ihn von der genannten Art zu trennen, obgleich ein genetischer Zusammenhang wohl zulässig ist.

Maasse:	des Kopfschildes		des Frontallobus	des Pygidiums.	
	Länge.	Breite.	Breite.	Länge.	Breite.
	14 mm.	30 mm.	16 mm.	—	—
	13,5 »	—	15 »	—	—
	—	—	22 »	—	—
	—	—	—	10 mm.	13 mm.

Vorkommen. Im Echinosphaeritenkalk. Die wenigen Stücke stammen meist von Leppiko unter Leetz bei Baltischport, ausserdem liegt Eins aus dem Steinbruch von Kadak bei Reval vor und einzelne Glabellen von Fall und Odensholm. (Alle Stücke im Revaler Museum). Ausserdem eine grosse Glabella bei Gostilizy (Coll. Plautin) gefunden.

Erklärung der Abbildungen. F. 14 ein Kopfschild von Leetz bei Baltischport. Die Tuberkeln sind übersehen; F. 15 eine Glabella von ebendaher (beide natürl. Grösse); F. 17 ein Pygidium ebendaher, vergrössert, dessen Profilansicht auf T. XV, F. 29.

Phacops Odini Eichw. T. II, F. 1—13. T. XV, F. 30.

1840. *Calymene Odini* Eichw. Silur. Schichtensyst. p. 62.
1842. — — Eichw. Urw. Russl. II, in Baer u. Helmersen Beitr. z. Kenntn. Russl. Bd. 8, p. 67.
1845. — — Murch. Vern. Keys. Russ. and Ural mount. II, p. 378, T. 27, F. 8.
1857. *Phacops conophthalmus* Nieszk. Monogr. Sil. Tril. d. Ostseepr. p. 334 (ex. pt.).
1858. — — F. Schmidt. Unters. Sil. Form. Estl. p. 185 (ex. pt.).
1858. *Chasmops Odini* Hoffm. Sämmtl. Tril. Russl., in Verh. d. Miner. Gesellsch. p. 43, T. 4, F. 7 (mala).
1860. — — Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1429 (ex. pt. excl. tab.).
1861. *Chasmops conicophthalma* F. Römer. Silur. Gesch. Sadewitz p. 70, T. VIII, F. 2 (ex. pt.).

Diese unsere ältestbekannte Chasmopsart ist nacher wiederholt auch von ihrem ursprünglichen Autor mit anderen Arten zusammengeworfen worden. Obgleich wir daher mehrere Beschreibungen von einheimischen Trilobiten unter dem Namen *P. conophthalmus* oder *Odini* haben, so ist doch keine jetzt zu gebrauchen, da zwar die ältesten von Eichwald und Verneuil sich auf unsere Art beziehen, da damals keine anderen Chasmopsarten bei uns aufgefunden waren, doch aber das zu Grunde liegende Material so unvollständig war, dass keine genügende Beschreibung zu Stande kommen konnte. Die späteren Beschreibungen von Nieszkowski, F. Römer und Steinhardt werfen alle unsere Chasmopsarten zusammen, so dass keine von ihnen zutreffend beschrieben wird. Die Hoffmann'sche Beschreibung des Kopfes passt zwar auf *Odini*, er beschreibt aber und bildet dazu ein Pygidium ab, das gar nicht hierher gehört. Was die Abgränzung von *P. Odini* gegen die andern bei uns vorkommenden Chasmopsformen betrifft, so glaube ich in der gegenwärtigen Arbeit das Meinige gethan zu haben. Schwierigkeit macht jetzt noch das Verhältniss zur scandinavischen *Chasmops conicophthalma* Ss. et Boeck, die ungefähr im gleichen Niveau vorkommt und vielfach mit unserer Art vereinigt worden ist. Eichwald trennt in der Lethaea ross. p. 1431 auch schon *C. Odini* von *conicophthalma*, und macht mit Recht auf die kürzeren Wangenhörner der letzteren aufmerksam; die übrigen Unterschiede, die er angiebt, sind nicht stichhaltig; ausserdem wirft er unter seiner *Odini* jetzt auch verschiedene Arten zusammen. Oelandische Exemplare von *C. conicophthalma*, die mir vorliegen, zeigen, bei sonstiger grosser Aehnlichkeit, viel schwächer seitlich zusammengedrückte Pygidien und eine schmälere Rhachis derselben; norwegische Exemplare vom Originalfundort, die mir Prof. Brögger zugestellt hat, zeigen den gleichen Unterschied am Pygidium, ausserdem die kürzeren Wangenhörner und viel kleinere Augen. Es ist immerhin möglich, dass alle diese Formen zusammen gehören und nur als lokale Varietäten zu unterscheiden sind; einstweilen haben wir aber für unsere Form schon einen besonderen Namen: *P. Odini*[1]), und thun gut daran, zunächst diese Form festzustellen.

Von *P. Odini* liegt uns ein reiches Material vor, darunter mehr vollständige, meist zusammengerollte Exemplare, die eine bemerkenswerthe Constanz in der Form zeigen.

Die Form eines ganzen ausgestreckten Exemplars ist eiförmig, etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit. Die Länge des Kopfschildes ist $3\frac{1}{2}$ mal und die des Pygidiums $4\frac{1}{2}$ mal kleiner als die ganze Länge des Thieres. Die ganze Oberfläche ist fein chagrinirt, auf den Wangen sind ausserdem noch Grübchen vorhanden (F. 3, 8).

Das Kopfschild ist ziemlich halbkreisförmig, zweimal so breit wie lang, mässig gewölbt mit steil abfallenden Wangen und säbelförmigen, allmählig zugespitzten, der Achse parallelen und vertical gestellten Wangenhörnern, die etwa bis zum achten Leibesgliede reichen.

---

1) Prof. G. Lindström in Stockholm schreibt mir, dass unsere Exemplare von *P. Odini* vollkommen mit dem von Furudal in Dalekarlien übereinstimmen, das Hisinger, Leth. suec. T. XL, F. 1. Suppl. sec. Contin. p. 3 dargestellt hat

Der Vorderrand ist gleichmässig halbkreisförmig, nur an den Seiten der Glabella ist er meist leicht ausgeschweift (F. 3). Der Kopfumschlag bildet ein regelmässiges flaches Band mit scharfer Kante oben und unten, das vom Rande schräg nach hinten abfällt. Es lässt sich, schmäler werdend, bis zur äussersten Spitze der Wangenhörner verfolgen (F. 4). Ein flacher Randsaum lässt sich längs des ganzen Kopfschildes verfolgen. Vor der Glabella ist er scharf abgesetzt, horizontal, an den Seiten etwas geneigt und durch eine seichte, etwas ausgehöhlte Furche von den steil abfallenden Wangen getrennt. Diese Furche und der vorragende Rand lassen sich (schwächer) bis ans Ende der Wangenhörner verfolgen (F. 1 b).

Die Glabella stark gewölbt, durch die tiefen Dorsalfurchen von den Wangen geschieden. Der Frontallobus elliptisch, seitlich abgerundet, nach vorn zum Randsaum steil abfallend, ebenso breit wie die ganze Länge des Kopfschildes oder etwas schmäler. Der erste Seitenlobus scharf dreieckig, gewölbt, alle Winkel spitz, die Aussenseite ebenso weit an der Dorsalfurche verlaufend wie der Frontallobus. Der zweite Seitenlobus immer deutlich, bildet ein kleines Knötchen oder einen kurzen linearen Fortsatz von bis $^1/_3$ der Länge der Hinterseite des ersten Lobus. Die dritten Loben reichen bis zur Dorsalfurche, sind schmal oblong, am Ende etwas geknöpft; der von ihnen gebildete Ring parallel dem Nackenringe, aber etwas kürzer und schmäler als derselbe, die Augen gross, breit, stumpf kegelig; von ihnen fallen die Wangen steil zur Dorsalfurche und dem Seitenrande, allmählig zur Occipitalfurche ab. Die Zahl der Linsen in einer Verticalreihe beträgt in der Mitte 12, die Zahl der Verticalreihen selbst 20—22; im Ganzen können wir 240 Linsen rechnen, die von kreisförmigem Umriss sind, der Zwischenraum zwischen denselben ist fein chagrinirt (F. 9).

Das Hypostoma (F. 4, 5) besteht aus einem gewölbten ovalen Körper, der von einem flachen Randflügel umgeben ist und zwei dreiseitigen abwärts gebogenen Seitenflügeln, die auf der Aussenfläche einen vertieften Eindruck zeigen, dem auf der Innenseite eine conische Hervorragung entspricht (s. auch T. V, F. 4 b).

Der Thorax zeigt eine wenig erhabene Rhachis die nur ganz allmählig nach hinten zu an Breite abnimmt. Die Rhachis nimmt $^1/_3$ der ganzen Breite des Thorax ein; ihre Glieder sind schwach gewölbt und verlaufen ganz gleichmässig ohne seitliche Knoten, die man auf mehren Abbildungen dargestellt findet (so in d. Geol. of Russia, bei Hoffmann und auch bei F. Römer l. c.). Schon Nieszkowski machte l. c. p. 537 auf die wahre Natur dieser Knoten aufmerksam, die man bei Geschiebeexemplaren oft wahrnimmt. Es sind die seitlichen Enden der Rhachisringe selbst, die bei Zerstörung des gewölbten Mitteltheils derselben übrig bleiben. An Stelle der Rhachisringe treten in solchen Fällen die Gelenkstücke der nächstfolgenden Glieder, die bei vollständigen Exemplaren sich unter die Rhachis der vorhergehenden Glieder schieben. In F. 6 habe ich eine Seitenansicht eines solchen mit Knoten an der Rhachis versehenen Exemplars dargestellt und in F. 7 eine vergrösserte Ansicht von oben, bei dem man die halbzerstörten Rhachisglieder und die an ihrer Stelle sichtbar gewordenen Gelenkstücke deutlich sehen kann. Die Pleuren bestehen aus einem flachen innern Theil und einem fast vertical knieförmig herabgebogenen äussern, die einander an

Länge fast gleich sind. Die Pleuren zeigen eine diagonale Furche, die im Innern stärker ist und nach Aussen allmählig schwächer wird. Durch diese Furche wird sie in einen vordern flachern Theil (der zugleich als Gelenkfläche dient) und einen hintern, stärkern, gewölbten Theil geschieden. Die vordern 5 Pleuren enden abgerundet; von der 6. an wird die Endigung abgestutzt und die letzten zeigen einen deutlichen Vorsprung nach hinten (s. F. 1 b u. 6, wo übrigens die vordern Pleurenenden nicht gut dargestellt sind).

Das Pygidium ist breit (etwa $1^1/_3$ mal so breit wie lang), kurz, am Ende abgestutzt, fast trapezoidal, an den Seiten stark zusammengedrückt wenig mehr als noch einmal so breit wie die stumpfendende Rhachis. Die Rhachis ist mässig gewölbt, kurz, nur $1^1/_4$ — $1^1/_2$ mal so lang wie breit, 10 — 11-gliedrig; die Seitenlappen fallen steil ab und zeigen einen schwachen Randsaum. Die Pleuren sind gewölbt, schmal, die vordern 6 zeigen deutliche Medianfurchen, die hintern sind der Achse parallel nach hinten gerichtet und nicht immer zu unterscheiden. Mehr als 10 Pleuren sind nie vorhanden.

Vergleichen wir mit unsrer Form die Pygidien scandinavischer Exemplare der *Ch. conicophthalma*, so sind diese viel gleichmässiger abgerundet, nicht so stark seitlich zusammengedrückt, sie zählen immer 11 Glieder (Angelin 12) und die Rhachis ist 3 mal schmäler als das ganze Pygidium.

Wir sprachen schon oben davon, dass die Form der *P. Odini* sich bei uns sehr constant erhält. Wir können auch in der That nicht in der Schicht C_1 und C_2 von Varietäten sprechen. Es kommen nur geringe individuelle Verschiedenheiten in der Breite der Glabella, dem Grade ihrer Wölbung u. dgl. vor. Erwähnen muss ich aber einer Form von Itfer, aus der Schicht C_3, die etwas abweicht.

Das Kopfschild ist T. XV f. 30 abgebildet. Es zeigt bei sonstiger völliger Uebereinstimmung mit der typischen Form bedeutend kürzere Wangenhörner.

Das Pygidium, das ich anfangs geneigt war einer andern Art zuzuschreiben, der *P. Wrangeli*, und das ich jetzt, während des Drucks der Arbeit im Zusammenhang mit dem Kopf gefunden habe, ist hinten nicht so abgestutzt wie bei der typischen Form, sondern abgerundet und mehr vorgezogen ($1^1/_4$ mal so breit wie lang), von dreiseitig-parabolischem Umriss. Es ist deutlich 12-gliedrig (sowohl bei Rhachis als Pleuren) und $2^1/_2$ mal so breit wie die Rhachis; diese selbst ist schmäler und länger, fast noch einmal so lang wie die grösste Breite. Die Seitenlappen sind von den Seiten weniger stark zusammengedrückt und von den Pleuren nur die vordern deutlich gefurcht. Die obere Ansicht des Pygidiums ist T. XI, F. 16; die hintere T. XV, F. 32 dargestellt. Einstweilen bezeichne ich unsre Form nur als Itfersche Mutation der *Chasmops Odini*; mit der Zeit wird es wohl eine besondere Art werden. Sie steht der ächten *Ch. conicophthalma* Ss. näher als unsre *Odini*, hat aber doch ein noch gestreckteres Pygidium als diese.

Maasse:	des Kopfschildes		des Frontallobus	des Pygidiums		
	Länge.	Breite.	Breite.	Länge.	Breite.	Rhachisbreite.
	17 mm.	34 mm.	17 mm.	14 mm.	18 mm.	8 mm.
	13 »	25 »	13 »	—	—	—
	15 »	29 »	14,5 »	—	—	—
	5,5 »	11 »	5 »	—	—	—
	4,5 »	8,5 »	4 »	—	—	—
	—	—	—	14 mm.	17 mm.	7,5 mm.
	—	—	—	12,5 »	16 »	7 »
	—	—	—	10 »	13 »	6 »
	—	—	—	4 »	6 »	2,7 »
Pygidium d. *P. conicophthalma* von Oeland				14 »	18,5 »	6 »
» » von Norwegen				13 »	20 »	7 »
» » der Itferschen Mutation				18 »	21 »	8,5 »
	—	—	—	16 »	20,5 »	8 »
	—	—	—	15,5 »	20 »	7,5 »

Vorkommen. In den obersten Schichten des Echinosphaeritenkalks (C_1) und vorzugsweise in der Kuckersschen Schicht (dem Brandschiefer und den entsprechenden Kalklagern) C_2. Im Petersb. Gouvernement bei Djatlizy, in Estland bei Kuckers, Erras, Isenhof, Maidel, Kohtel, Wannamois bei Tolks, Reval auf dem Laaksberge, Baltischport an der Bahn bei Kokka und auf dem Wege nach Leetz, Rogö, Odensholm am Südufer als Geschiebe, (dort bisweilen von den Bewohnern gesammelt und den Reisenden angeboten). Die Mutation (T. XV F. 30) bei Itfer in C_3.

Erklärung der Tafeln. T. II, F. 1, a, b. Ein vollständiges Exemplar von Reval (Mus. Reval). F. 2. Ein zusammengerolltes Ex. von Kuckers (Mus. Reval). F. 3. Theil eines Kopfschildes von Kuckers um die Wangen und den ausgeschweiften Vorderrand zu zeigen. F. 4. Ein Exemplar von der Unterseite um den Umschlag und das Hypostoma in situ zu zeigen. F. 5. Ein vollständiges Hypostoma. F. 6. Ein grosses Exemplar von Reval von der Seite um die Pleurenenden und die fälschlich so genannten Knoten auf der Rhachis zu zeigen. F. 7. Ein Theil der Rhachis des nämlichen Exemplars, vergrössert. F. 8. Ein Auge nebst Wange, vergrössert. F. 9. Einige Linsen mit den sie umgebenden feinen Tuberkeln und der angränzende Theil der Wange mit ihren Gruben. F. 10. Ein Stück vom Frontallobus der Glabella mit dem Vorderrande und den divergirenden eingedrückten Punktreihen. F. 11, 12, 13. Pygidien in verschiedener Stellung (die Zahl der Glieder ist immer 10, auf der Zeichnung ist diese Zahl nicht genau eingehalten. Die Originale zu allen Stücken ausser F. 1, 6, 7 sind von Kuckers und befinden sich im Revaler Museum). Die Figuren zur Itferschen Mutation siehe auf vorhergehender Seite.

Phacops marginata n. s. p. T. III, F. 5, 6, 7. T. X, F. 15. T. XI, 14, 15. T. XV, F. 31.

Es liegen uns von dieser Art, die wie oben gesagt, sich nahe an *P. Odini* anschliesst, etwa 10 mehr oder weniger vollständige Kopfschilder und einige wahrscheinlich hierher gehörige Pygidien vor.

Das Kopfschild ist etwas über einen Halbkreis vorgezogen, weniger als noch einmal so breit wie lang, stark gewölbt mit steil abfallenden Seiten nnd lang ausgezogenen Wangenhörnern; die Oberfläche fein chagrinirt und auf der Glabella mit zerstreuten flach-gerundeten, oft undeutlichen Tuberkeln besetzt. Vorderrand regelmässig gerundet, nicht seitlich ausgeschweift wie bei *Odini*. Der Kopfumschlag vorn breit, bandförmig; nach den Seiten vergchmälert, gewölbt; bis zum Beginn der Wangenhörner lässt sich deutlich eine obere und untere scharfe Kante erkennen, wie bei *Odini*; an den Wangenhörnern sieht man nur eine gerundete Falte. Die Glabella gewölbt, der Frontallobus ebenso breit oder meist breiter als die ganze Länge des Kopfes; er ist mehr breit dreiseitig als elliptisch, da die Vorderseite nur ziemlich schwach convex ist und die Seitenflügel fast spitz enden (s. T. X, F. 15). Die ersten Seitenloben sind gewölbt, scharf dreieckig, von gleicher Form wie bei *Odini*; die zweiten Loben nur ganz schwach als undeutliche Knötchen angedeutet; der den dritten Loben entsprechende Ring, ebenso breit aber kürzer (in der Längsausdehnung des Thieres) als der Nackenring. Die dritten Loben selbst schmal linear, reichen bis zur Dorsalfurche. Der von scharfer Kante begränzte Randsaum ist vor der Glabella ganz schmal, an den Seiten breiter, flach, deutlich von den erhabenen Wangen geschieden, nach hinten verschmälert; andeutungsweise lässt er sich noch auf den Wangenhörnern verfolgen, deren unterer Rand seitlich etwas vortritt. Die Augen sind klein, stumpf keglig, nach den Seiten mit einem deutlich eingedrückten Ringe an der Basis umgeben. Ich zähle 8—9 Verticalreihen von Linsen in der Mitte des Auges und im Ganzen etwa 24 Verticalreihen. Die Gesammtzahl der Linsen schätze ich auf 160—180. Vom Augengrunde fallen die Wangen nach hinten zum Occipitalflügel allmählig ab, nicht fast vertical wie bei *P. bucculenta*. Die Wangen erheben sich aber nicht zu Höckern und ragen nicht seitlich über die Glabella empor, sie verhalten sich ganz wie bei *P. Odini*.

Das Pygidium ist kurz, noch nicht einen Halbkreis erreichend, etwa $1\frac{1}{3}$ mal so breit wie lang, hinten nicht abgestutzt, 8-gliedrig (auf der Rhachis die ersten 6 Glieder deutlich), $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie die stumpfendende Rhachis. Die Seitenlappen fallen seitlich in mässig starker Wölbung ab. Die vordern 4 Pleuren zeigen deutlich eine Medianfurche, die hintern werden allmählich immer schwächer. Die Pleuren erreichen den Rand nicht ganz.

P. marginata unterscheidet sich von *P. Odini* durch den vorn breiteren ungleichmässigeren Kopfumschlag, die breitere Glabella mit ihren flachen Tuberkeln, den weniger nach vorn vorgezogenen Frontallobus, die kleinern Augen und das kürzere weniggliedrigere Pygidium.

Auch ist der Randsaum von den Wangen bei *P. Odini* durch eine deutliche breite und rund ausgehöhlte Furche geschieden, während bei unsrer Art diese Furche kaum zu erkennen ist und der flache Randsaum unter scharfem Winkel an die steil ansteigenden Wangen stösst. Uebergänge von *P. Odini*, die ich als Stammart ansehe, zu unserer Art sind noch nicht sicher gefunden, aber immerhin zu erwarten.

Die Unterschiede von der ebenfalls ähnlichen *P. bucculenta* Sjögr. sollen bei dieser Art besprochen werden.

Maasse:	des Kopfschildes		des Frontallobus	des Pygidiums		
	Länge.	Breite.	Breite.	Länge.	Breite.	Rhachisbreite.
	16 mm.	27,5 mm.	17 mm.	—	—	—
	13 »	33 »	13,5 »	—	—	—
	10,5 »	17 »	10,5 »	—	—	—
	—	—	—	9,5 mm.	12 mm.	5 mm.
	—	—	—	8 »	11 »	5 »

Vorkommen. In der Jeweschen Schicht, vorzugsweise deren unterer Abtheilung im Petersburger Gouvernement bei Paritzy, in Estland bei Kuckers, Nömmis bei Kappel, Poll am Bach, Uchten beim Sillakruge, bei Itfer aus dem Brunnen im Hof ausgebrochen, bei Sammomä unweit Pasik an der Balt. Bahn, Kaesal, St. Mathias. Im Berliner Museum glaube ich norddeutsche Geschiebeexemplare dieser Art gesehen zu haben.

Erklärung der Abbildungen. T. III, F. 5 ein Kopfschild von Nömmis bei Kappel (Mus. Pahlen); F. 6 ein Pygidium ebendaher, F. 7 ein Kopf von Poll bei Wesenberg (nicht genau), das Stück ist dem Kopf von Nömmis viel ähnlicher als die Zeichnung, der zweite Seitenlobus nicht mehr zu erkennen. T. X, F. 15 ein Kopf von Kuckers (Mus. Reval). T. XI, F. 14 Theil der Glabella des nämlichen Exemplars, um die Tuberkel zu zeigen; F. 15 Kopfumschlag desselben Exemplars. T. XV, F. 31 Profilansicht des Pygidiums von T. III, F. 6.

Phacops bucculenta Sjögr. T. III, F. 1—4. T. X, F. 16.

1852. *Phacops bucculenta* Sjögr. in Angel. palaeontol. scand. p. 9, T. VII, F. 1, 2.

Es liegen einige vollständige Exemplare und eine ziemliche Anzahl isolirter Kopf- und Schwanzschilder vor.

Das ganze Thier ist länglich eiförmig, vorn am breitesten, und verschmälert sich allmählig nach hinten. Kopf- sowohl als Schwanzschild nehmen den vierten Theil der ganzen Länge ein. Die ganze Länge beträgt nicht voll die doppelte Breite. Das Kopfschild ist halbmondförmig, etwa doppelt so breit wie lang, stark gewölbt in allen Theilen, mit tiefen Furchen. Vorderrand bogenförmig oder etwas abgestutzt. Kopfumschlag vorn bandartig,

flach, mit scharfer Kante unten und oben, die vor der Glabella als scharfer Rand hervortritt, an den Seiten und an den Wangenhörnern abgerundet. Oberfläche auf der Glabella und den Wangen mit dichten, kleinen, spitzen Tuberkeln besetzt, zwischen denen sich auf den Wangen Grübchen befinden. Glabella hoch gewölbt. Frontallobus gleich oder breiter als die ganze Länge des Kopfschildes, elliptisch, nach dem Vorderrande steil abfallend, vorn schwach convex oder ausgerandet, seitlich stark über die Seitenloben vorragend. Die ersten Seitenloben abgerundet dreiseitig, klein, sehr stark gewölbt, vom Frontallobus durch tiefe Furchen geschieden. Der zweite Seitenlobus als kleines Knötchen kaum angedeutet; die dritten Seitenloben bilden Theile eines deutlichen Ringes, der dem stark erhöhten und breiten Nackenringe parallel läuft und ihm in Form und Breite gleichkommt; die Loben bilden kleine, oblonge, seitliche Hervorragungen, die an Länge den ersten Seitenloben gleichkommen. Die Wangenhöcker sind stark angeschwollen, erheben sich höher als die Glabella und fallen zum Nackenringe vertikal ab; sie sind durch eine breite Furche von dem gerundeten Seitenrande getrennt. Die Augen (T. X, F. 16) sind klein, subcylindrisch, am Grunde von einer deutlichen Furche nach aussen umgeben; die vordere Nath ist auf dem Wangenhöcker vom Auge bis zur Seitenfurche deutlich eingedrückt. Die Wangenhörner sind gross, flach, schwertförmig, der Rhachis parallel, reichen bis etwa zum zehnten Leibesgliede; sie sind auf der Rückenseite stark verdickt.

Am Thorax sind die Pleuren stark gewölbt, die äusseren Theile derselben unter rechtem Winkel abwärts geneigt, länger als die innern.

Pygidium halbkreisförmig bis stumpf dreieckig, breiter als lang, kaum 2 mal so breit als die nach hinten stark verschmälerte Rhachis, 10 — 12-gliedrig; die letzten Glieder auf der Rhachis kaum zu erkennen, so dass das Ende der Rhachis eine zusammenhängende Trapezform zeigt. Die Seitenlappen stark seitlich zusammengedrückt, fast vertical abfallend, oben flach gewölbt (T. III, F. 2). Die vorderen Pleuren sind gewölbt und deutlich durch tiefe Furchen geschieden, sie zeigen eine deutliche schwache Medianfurche, die späteren keine.

P. bucculenta kommt in zwei Varietäten vor, einer grösseren mit abgestutztem Vorderrande und breitem, vorn etwas ausgerandetem Frontallobus der Glabella (var. *emarginata*) und der genuinen kleineren Form mit bogenförmigem Vorderrand und elliptischem Frontallobus. Beide Formen kommen im gleichen Niveau vor und zeigen Uebergänge.

P. bucculenta ist eine recht charakteristische Art. Schlecht erhaltene Kopfschilder sind bisweilen schwer von *P. marginata* zu unterscheiden, da der erste Seitenlobus zuweilen etwas flacher und schärfer dreieckig wird, und die scharfe Kante des Vorderrandes sich bisweilen etwas weiter nach den Seiten zu fortsetzt. In solchen Fällen helfen dann gewöhnlich die starken Wangenhöcker und die vertiefte Vordernath auf den Wangen aus. Die Pygidien lassen nie einen Zweifel aufkommen. Immerhin ist die Annahme nicht ausgeschlossen, dass beide Arten auf *P. Odini* oder eine ähnliche Form des Echinosphaeritenkalks genetisch zurückzuführen sind.

Maasse:	des Kopfschildes		des Pygidiums	
	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.
var. *genuina*	21 mm.	10,5mm.	—	—
	25 »	14 »	16 mm.	13 mm.
var. *emarginata*	—	—	24 »	18 »
	37 »	17 »	20 »	17 »
	42 »	19 »	—	—

Vorkommen. Weit verbreitet in der Jeweschen Schicht, und zwar besonders in deren oberer Abtheilung. Im Petersburger Gouvernement bei Moloskowitzy. In Estland bei Kuckers, Perifer, Haljal, Altenhof, Pasik, Wait, Kedder, Penningby, Paesküll, Kegel (hier die meisten gefunden), Kaesal, St. Mathias. Als Geschiebe der Jeweschen Schicht auf Dago, auf Oeland, auf Gotska Sandö und in der norddeutschen Ebene.

Erklärung der Abbildungen. T. III, F. 1 a, b, c, d die var. *emarginata*, ein vollständiges Exemplar, aus der Hübner'schen Sammlung, gegenwärtig im Museum der petrowskischen landwirthschaftlichen Akademie bei Moskau, stammt wahrscheinlich aus der Gegend von Haljal; F. 2 ein Pygidium von Altenhof (Mus. Reval); F. 3 Stück einer Glabella von Kuckers mit gut erhaltener Oberfläche (Mus. Berlin); F. 4 a, b Kopfschild der gewöhnlichen Form von Kegel (Mus Reval). T. X, F. 16 Seitenansicht eines Kopfs mit erhaltenem Auge, von Kuckers (Mus. Berlin).

Phacops Wrangeli n. sp. T. XI, F. 10.

Eine neue kleine Art, die ich erst ganz neuerdings unterschieden habe. Sie ähnelt *P. bucculenta* durch die hohen Augenhöcker und die kleinen Augen, sowie durch den abgerundeten Seitenrand, weicht aber durch den aufgeworfenen Vorderrand und die flache, vorn geradlinige Glabella ab, welche letztern Kennzeichen eine vielleicht sogar genetische Verwandtschaft mit *P. maxima* erkennen lassen.

Kopfschild flach gewölbt, halbkreisförmig, noch einmal so breit wie lang. Vorderrand in der Mitte ansteigend; hier (vor der Glabella) ist der Kopfumschlag breit, flach, etwas concav: an den Seiten breit abgerundet. Die Glabella ist flach gewölbt, mit zerstreuten Tuberkeln geziert, von fast quadratischer Form, die Dorsalfurchen wenig divergirend. Der Frontallobus ist oblong, vorn geradlinig, an den Seiten abgerundet und nicht über den ersten Seitenlobus übergreifend, schmäler als die ganze Länge des Kopfschildes; der erste Seitenlobus ist scharf dreieckig, der zweite Seitenlobus kaum angedeutet, der den dritten Seitenloben entsprechende Ring geht seitlich in kurze oblonge Fortsätze aus, die dem ersten Seitenlobus an Länge gleichkommen; der Nackenring ist breit und flach. Vor der Glabella sieht man einen breiten aufgeworfenen Vorderrand, der nach vorn mit scharfer Kante abschliesst; seitlich setzt sich der Rand nur undeutlich fort längs dem gerundeten Wangenumschlag, da die Seitenfurchen nur schwach ausgebildet sind. Die Wan-

gen erheben sich zu steilen Höckern, die zum Nackenring vertical abfallen und bedeutend über die Glabella emporragen. Die Höcker tragen auf ihrer Spitze die kleinen subcylindrischen Augen. Die Augennath ist vertieft wie bei *P. bucculenta.* Die Wangenhörner vertical gestellt, schwertförmig, flach, etwa anderthalb mal so lang als die Länge des Kopfschildes.

Maasse:

	des Kopfschildes	
	Länge.	Breite.
	13 mm.	26 mm.
	10 »	20 »

Vorkommen. Bisher nur zwei Kopfschilder im Steinbruch von Itfer gefunden (Mus. Reval), der einem Zwischengliede zwischen dem Brandschiefer (C_2) und der Jeweschen Schicht (D) angehört, das ich in der Einleitung als Itfersche Schicht (C_3) bezeichnet habe.

Erklärung der Abbildungen. T. XI, F. 10 a, b ein Kopf aus Itfer (Mus. Reval).

Phacops brevispina n. sp. T. XI, F. 12 a, b.

1862. *Phacops conophthalmus* Salt. Monogr. brit. Tril. T. 4, F. 25?.

Es liegt uns ein unvollständiges Exemplar vor, das gleichwohl so viele eigenthümliche Kennzeichen bietet, dass wir es einer besondern Art zuzählen müssen.

Kopfschild halbmondförmig, mässig gewölbt, etwa $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, seitlich in ganz kurze dreieckige Hörner ausgezogen. Oberfläche ganz fein tuberculirt. Vorderrand etwas geschwungen nach der Mitte ansteigend. Kopfumschlag bildet ein breites regelmässiges Band, das ziemlich vertical zur Fläche des Kopfschildes steht und oben und unten von scharfer Kante begränzt ist. Nach den etwas seitlich abwärts gebogenen Spitzen zu wird der Umschlag gerundet. Die Dorsalfurchen divergiren stark. Die Glabella flach gewölbt, nach vorn stark erweitert. Der Frontallobus ist breiter als die ganze Länge des Kopfschildes, er ragt seitlich über die Augen hinaus. Er ist elliptisch, seitlich abgerundet, nach vorn wenig, nach hinten mehr vorgezogen. Der erste Seitenlobus ist gewölbt, dreieckig, die vordere Spitze lang vorgezogen, der zweite Seitenlobus tritt als deutliches Knötchen auf; der dritte schmal und kurz, ist von der Dorsalfurche durch die stark nach hinten gewandte Hinterseite des ersten Lobus abgeschnitten, seine vordere Seite ist nach hinten gekehrt, die hintere parallel dem erhabenen Nackenring. Der Randsaum verläuft deutlich als scharfe erhabene Kante vor der Glabella und an den Wangen und ist von einer schmalen Randfurche begleitet, in der vor der Glabella die Gesichtsnath verläuft. Die Wangen sind wenig erhaben, vom Auge nach vorn allmählig, zum Nackenring und zur Dorsalfurche steiler abfallend. Die Augen klein, von der Dorsalfurche entfernt.

Unsre Art erinnert nur flüchtig an die nächste, *P. mutica,* hat mit der Gruppe der

conicophthalma das zweikantige Band am Kopfumschlag gemein und zeigt eine auffallende Uebereinstimmung mit dem von Salter als *P. conophthalmus* und von M. Coy Palaeoz. foss. T. I. G. F. 22 als *Chasmops Odini* bestimmten Stück des Woodwardian Museum in Cambridge, das aus dem Caradoc von Llansaintffraid, Glyn Ceiriog stammt. Die Hinterecken sind bei dem englischen Exemplar abgebrochen, sie scheinen aber ebenfalls kurz gewesen zu sein. Auffallend stimmen die Glabella mit dem spitzen ersten Seitenlobus und die kleinen Augen.

Maasse.	des Kopfschildes		der Glabella
	Länge.	Breite.	Breite.
	18 mm.	44 mm.	20 mm.

Vorkommen. Das T. XI, F. 12 abgebildete Stück stammt von Ristninna unter Wichterpahl in Estland (Mus. Reval) und gehört der Jeweschen Schicht an.

Phacops mutica n. sp. T. III, F. 8, 9. T. XI, F. 11.

Eine sehr eigenthümliche Art, die leider erst in wenigen Stücken, darunter in einem nahezu vollständigen in meine Hände gekommen ist.

Kopfschild mässig gewölbt, an den Seiten steil abfallend, ziemlich halbkreisförmig, etwa noch einmal so breit wie lang. Hinterecken in ganz kurze Spitzen (nicht in Hörner) endigend. Oberfläche fein chagrinirt. Vorderrand in der Mitte etwas ansteigend. Der Kopfumschlag ist eigenthümlich gebildet. Das flache Band, mit scharfer Kante oben und unten wie bei der Gruppe der *conicophthalma*, ist deutlich ausgebildet, aber in der Mitte, vor der Glabella schräg nach vorn vorspringend, an den Seiten nach hinten zurückgebogen; in Folge dessen erscheint es gewunden. An den Uebergangsstellen, wo die eine Richtung sich in die andre verändert, treten die Kanten stärker hervor und die Oberfläche des Bandes wird concav, während sie sonst eben ist.

Die Dorsalfurchen divergiren stark nach aussen. Die Glabella flach gewölbt, der Frontallobus elliptisch, vorn convex, an den Seiten schräg abgestutzt (wie bei *P. maxima*), breiter als die ganze Länge des Kopfschildes. Erster Seitenlobus gross, flach, scharf dreieckig; der zweite Seitenlobus kurz, spitz, halb so lang als die Hinterseite des ersten Lobus; die dritten Loben gehören zu einem vollständigen, dem flachen Nackenringe gleichen Ringe und reichen als oblonge Fortsätze bis an die Dorsalfurchen. Der Vorderrand erscheint vor der Glabella nur als scharfe Kante, die hart an den Frontallobus herantritt ohne eine Furche hinter sich zu lassen. An den Seiten ist der Rand breit und abgeflacht, von den steil ansteigenden Wangen durch eine breite Randfurche geschieden. Die Gesichtsnaht umschreibt am Vorderrande die Glabella ganz scharf, tritt dann seitlich in die Dorsalfurche ein und schneidet ein ganz kleines dreieckiges Stück (s. T. III, F. 9 a links) vom Wangenfelde ab, ehe sie

das Auge erreicht. Das Auge ist gross, niedrig, mit nierenförmiger Basis, tritt mit seinem vordern scharfen Rande hart an die Dorsalfurche, an der Ausmündungsstelle der ersten Seitenfurche der Glabella. Ich zähle 27—28 Verticalreihen von Linsen, deren in der Mitte etwa 10 auf eine Verticalreihe kommen. Im Ganzen etwa 240 Linsen. Die Wangenecken gehen spitz zu, ohne dass sie deutlich in Hörner ausgezogen wären. Vor den Ecken verbinden sich die Seitenfurche und die Occipitalfurche deutlich mit einander.

Das Pygidium ist breit parabolisch etwas breiter als lang, hinten abgerundet, etwa 12-gliedrig. Die Rhachis endet stumpf. Die Dorsalfurchen sind ziemlich tief. Die Seitenlappen fallen steil ab. Die vordern Pleuren zeigen deutliche Medianfurchen, die hintern nicht. Da wir das Pygidium nur von einem zusammengerollten ganzen Exemplar (T. III, F. 8 b) kennen, so kann es nach seinen Dimensionen nicht vollständig beschrieben werden.

P. mutica zeigt keinerlei nahe Verwandtschaft mit irgend einer bekannten Art und ist bisher nur in unsrem Gebiet gefunden worden. Durch die grossen Augen, die stark ausgebildeten dritten Seitenloben der Glabella und den Kopfumschlag ist sie von *P. brevispina* deutlich unterschieden.

Maasse.	des Kopfschildes		des Pygidiums	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
	22 mm.	44 mm.	26 mm.	30 mm.

Vorkommen. Ausschliesslich anstehend in Estland, in beiden Abtheilungen der Jeweschen Schicht. Bisher nur bei Haljal? (das Hübner'sche Stück), bei Sommerhusen und Türpsal gefunden.

Erklärung der Abbildungen. T. III, F. 8 a, b, c. Ein vollständiges Exemplar aus der Hübner'schen Sammlung, gegenwärtig im Museum der landwirthschaftl. Akademie bei Moskau, stammt wahrscheinlich aus Haljal. F. 9 a, b, c. Ein Kopfschild von Sommerhusen (Mus. Reval) von oben, von der Seite und von unten. Ansichten desselben Stücks von vorn und unten sind auf T. XI, F. 11 a, b gegeben.

Phacops Wenjukowi n. sp. T. XV, F. 33 a, b, c.

Es liegt uns ein einziges Kopfschild vor, das im verflossenen Sommer 1880, in einem Steinbruch südlich von Kaesal auf dem Wege von Kegel nach Fall, von meinem damaligen Reisebegleiter Hrn. Cand. d. Petersb. Univers. Wenjukow gefunden wurde. Ich glaubte zuerst ein grosses Exemplar der *P. laevigata* vor mir zu haben, die um Kegel vorkommt; beim Herauspräpariren zeigte es sich aber dass wir es mit einem neuen *Chasmops* zu thun haben, wenn auch von etwas für diese Gruppe abnormer Beschaffenheit, da die Hinterecken vollständig abgerundet sind. Im Uebrigen stimmen aber der breite Frontallobus, der grosse dreieckige erste Seitenlobus und der ganz zurücktretende zweite Seitenlobus zu *Chasmops*. Immerhin findet die Art hier mit grösserer Sicherheit ihre Stellung als die verwandte

P. Jukesi Salt. (l. c. p. 36, T. I, F. 29, 30) die bei ebenfalls abgerundeten Wangenecken noch stark ausgebildete zweite Seitenloben der Glabella hat.

P. Wenjukowi hat ein halbmondförmiges stark gewölbtes Kopfschild, das noch einmal so breit wie lang ist. Die Oberfläche ist auf der Glabella fein gekörnt, auf den Wangen mit Grübchen versehn, im Uebrigen blos chagrinirt.

Der Vorderrand ist gleichmässig gerundet. Der Kopfumschlag ebenfalls gerundet, an den Seiten ohne Kante in den Randsaum übergehend, vorn jederseits schwach ausgebuchtet und von der nach vorn vertical abfallenden Glabella durch eine deutliche Kante getrennt, die an den Seiten des Frontallobus gerundete Vorsprünge bildet. Die Dorsalfurchen divergiren stark und sind ziemlich tief. Die Glabella ist stark gewölbt, ragt über die Wangenschilder empor und liegt in gleicher Höhe mit den kleinen Augen. Der Frontallobus ist elliptisch, seitlich abgerundet, nach dem Vorderrande fast vertical abfallend, auf dem Rücken ziemlich flach; die divergirenden Punktreihen sind zu erkennen. Die ersten Seitenloben sind ziemlich scharf dreieckig, gewölbt, um mehr als ihre eigene Breite von einander abstehend. Die erste Seitenfurche nach innen schwach. Der zweite Seitenlobus deutlich, bildet eine kurze dreieckige Spitze. Die dritten Seitenloben sind linear wie gewöhnlich, deutlich als schmaler Ring ausgebildet, der dem Nackenringe gleicht und die Dorsalfurche erreicht.

Die Wangen sind gewölbt, nach vorn und seitlich steil abfallend, nach hinten allmähliger. Die Augen sind klein und niedrig, mit nur 5 Linsen in den mittlern Verticalreihen. Im Ganzen zähle ich 18 Verticalreihen: es mögen also etwa 80 Linsen im Auge enthalten sein. Der Randsaum tritt seitlich nicht vor, er ist in der Wölbung der Wangen einbegriffen, die durch eine schmale und scharfe Randfurche von ihm geschieden sind. Die Hinterecken sind etwas nach hinten gezogen, vollkommen abgerundet.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, ist die Art von allen unsern *Chasmops*arten bedeutend verschieden, sie erinnert vielmehr durch die kleinen Augen, die schwache erste Seitenfurche und die weit von einander entfernten ersten Seitenloben an *P. laevigata* aus der Gruppe *Pterygometopus*, für die ich sie auch zuerst genommen hatte.

Maasse.	des Kopfschildes		des Frontallobus
	Länge	Breite.	Breite.
	8,5 mm.	16 mm.	9 mm.

Vorkommen. Das einzige T. XV, F. 33 abgebildete Exemplar gehört der untern Jeweschen Schicht an, ist bei Kaesal (N. v. Kegel) gefunden und befindet sich im Revaler Museum.

Phacops maxima n. sp. T. III, F. 11. T. IV, F. 1—3, 5—7. T. X, F. 17, 18. T. XI, F. 13. T. XV, F. 34, 35.

1860. *Chasmops macrourus* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1432 (non Sjögr.).
1860. *Homalonotus clongatus* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1410. T. 54, F. 3.
1861. *Chasmops conicophthalmus* F. Römer. Geschiebe Sadewitz p. 70 (ex. pt.).

Es hat lange gedauert bis ich die vorliegende Art, die übrigens noch nicht in vollständigen Exemplaren gefunden ist, genügend feststellen und von der verwandten *P. macroura* Sjögr., mit der sie in norddeutschen Geschieben zusammen vorkommt, sicher unterscheiden konnte. Zu welchen Fehlgriffen unvollständige Schwanzschilder bei mangelhafter Kenntniss der Gattungscharaktere führen können, sieht man aus dem oben angeführten Eichwald'schen Citat; ich selbst mit Nieszkowski habe diese und ähnliche Formen früher sonderbarer Weise zu *Amphion* gebracht.

P. maxima ist unsere grösste Art. Die Breite des Kopfschildes zeigt bis 75 mm., die Länge desselben 40 mm.; die Entfernung von der Mitte des Vorderrandes bis zur Spitze eines Seitenhorns 105 mm.; die Breite des Pygidiums bis 40 mm. und die Länge desselben bis 45 mm.

Das Kopfschild ist breit halbmondförmig, wenigstens zweimal breiter als lang, hoch gewölbt, in der Mitte flach, an den Seiten steil abfallend, die Hinterecken zu breit schwertförmigen, lang zugespitzten, flachen Hörnern ausgezogen, die parallel der Achse und vertical zur Dorsalfläche des Thiers gestellt sind. Die Oberfläche ist fein chagrinirt, zeigt nie deutliche Tuberkel; auf den Wangen nur schwach angedeutete Gruben. Der Vorderrand steigt in der Mitte an (margo oralis ascendens) und ist hier aufgeworfen. Die Gesichtsnath verläuft in dem aufgeworfenen Theil des Randes, der sich hart vor der Glabella um 1—2 mm. erhebt. An den Seiten geht der Rand in einen breiten, flachen Randsaum über, der durch eine flache Randfurche, die sich am Beginn der Wangenhörner mit der schmalen Occipitalfurche verbindet, von der gewölbten Fläche des Wangenschildes getrennt ist. Der Kopfumschlag ist in der Mitte, dem aufgeworfenen Rande entsprechend, abgeflacht und steil nach vorn aufgerichtet; an den Seiten ziemlich abgerundet, nach den Wangenhörnern zu bildet er eine ziemlich scharfe Falte.

Die Glabella ist trapezoidal, vorn am breitesten. Der Frontallobus sehr breit, breiter als die ganze Länge des Kopfschildes, von der Form eines gleichschenkligen, stumpfwinkligen Dreiecks mit der längsten Seite nach vorn; in der Mitte ist er flach, an den Seitenecken abwärts geneigt. Sein Vorderrand geradlinig, in der Mitte meist etwas ausgeschweift. Die Seitenecken gehen in stumpfe Spitzen aus; die beiden Hinterseiten sind zuerst geradlinig, dann längs der ersten Seitenfurche der Glabella etwas ausgeschweift. Die ersten Seitenloben sind sehr gross, von dreieckiger Form. Der innere Winkel ist einem Rechten

gleich oder etwas kleiner; der hintere Winkel reicht fast bis zur Nackenfurche. Die längste äussere Seite begränzt einen grösseren Theil der Dorsalfurche als der Frontallobus. Der zweite Lobus bildet ein deutlich erkennbares Knötchen. Die dritten Loben sind kurz dreieckig, in der Mitte deutlich zu einem Ringe verbunden, der dem schmalen Nackenring an Breite gleichkommt. Die Dorsalfurchen sind schmal, nicht tief, am Frontallobus meist stärker nach aussen gewandt.

Nach den Augen zu erhebt sich das Wangenschild nur wenig, blos von der Dorsalfurche aus findet ein steiles Ansteigen statt. Die Augen stehen dem ersten Seitenlobus gegenüber, sind stumpf konisch, zeigen etwa 26 — 28 Verticalreihen von Facetten, von denen die mittelsten 15 — 17 Linsen zählen. Im Ganzen kann sich deren Zahl auf 350 belaufen.

Als Variation können wir anführen, dass das Kopfschild flacher oder steiler gewölbt ist, und der Vorderrand daher zuweilen fast winklig gebogen (T. III, F. 10, 11), zuweilen nur flach gewölbt erscheint, wie beim Original von F. 2 auf T. IV, auf dem daher auch in der Zeichnung die Form des Frontallobus am deutlichsten hervortritt, da seine Seitenecken weniger seitlich abwärts gebogen sind. Bei diesen flachen Formen ist auch der aufgeworfene Vorderrand weniger scharf hervortretend. Es scheint dass die flachen Formen mehr in tieferen Lagen vorkommen.

Das T. IV, F. 3 abgebildete Stück, ein Geschiebe von Oeland, weicht durch geringere Breite des Frontallobus (sie kommt der Länge des Kopfschildes gleich), durch die vordere Randnath, die noch in der Ebne des Kopfschildes liegt und nicht im aufgeworfenen Vorderrande, sowie durch die gleichförmig gerade verlaufenden Dorsalfurchen ab, und bildet vielleicht schon einen Uebergang zu *P. macroura* Sjögr. auf die wir weiter unten zurückkommen werden.

Das Pygidium von *P. maxima* ist dreiseitig, wenig länger als breit, am Ende abgestutzt, 15 — 18-gliedrig. Die Rhachis endet ziemlich breit; die Glieder sind bis zum Ende deutlich zu erkennen; sie ist etwa $2^1/_2$ mal schmäler als das ganze Pygidium. Die Seitenlappen sind nach der Rhachis zu schwach gewölbt, fast horizental, nach den Seiten zu stark abwärts gewölbt (T. X, F. 18). Die Pleuren verlaufen nicht ganz bis zum Rande, sind breit und flach, ohne erkennbare Mittelfurche. Die vorderen sind schwach nach hinten gebogen, die hinteren, schmäleren, verlaufen der Achse fast parallel. Die hinter dem Rhachisende liegende abgestutzte Spitze des Pygidiums ist meist etwas aufgeworfen und selten vollständig erhalten. Die Seitenlappen sind verhältnissmässig selten gleichmässig gewölbt; häufig ist der Eine seitlich eingeknickt, der andere flacher gedrückt als es bei regelmässig ausgebildeten Exemplaren der Fall sein sollte. (So auf T. IV, F. 5).

Maasse: des Kopfschildes		Entfernung	des Pygidiums	
Breite.	Länge.	d. Vorderrandes von d. Spitze d. Wangenhorns.	Breite.	Länge.
—	40 mm.	—	—	—
75 mm.	35 »	10 mm.	—	—
60 »	30 »	88 »	—	—
—	10 »	—	—	—
—	—	—	47 mm.	—
—	—	—	—	48 mm.
—	—	—	28 »	32 »
—	—	—	19 »	20 »

Vorkommen. Durch das ganze Verbreitungsgebiet unserer Jeweschen Schicht (D); die meisten Stücke im Revaler Museum. Im Petersburger Gouvernement bei Paritzy und Moloskowizy; in Estland bei Jewe, Kuckers, Poll, Sommerhusen, Gesch. von Wesenberg (Eichw. Samml.), Kawast, Pasik, Kedder, Penningby, Annia, Wait, Rosenhagen, Friedrichshof, Kegel (hier die meisten Stücke gefunden), Kaesal, St. Mathias, Ristninna unter Wichterpal. Als Geschiebe in der norddeutschen Ebene (Berliner und Breslauer Sammlung), vielleicht auch auf Oeland, da das T. IV, F. 3 abgebildete Stück noch zweifelhaft ist.

Erklärung der Abbildungen. T. III, F. 11 a, b ein Geschiebexemplar der Berliner Sammlung mit einer Anschwellung in der Mitte des Umschlags. T. IV, F. 1 a, b, c das vollständigste vorhandene Kopfschild aus dem Steinbruch von Kegel (Mus. Reval); F. 2 ein flach gewölbtes Exemplar von Rosenhagen (Mus. Pahlen); F. 3 ein Geschiebeexemplar von Oeland (Stockholmer Samml.); F. 5 ein seitlich zusammengedrücktes grosses Pygidium von Kawast; F. 6 der wohlerhaltene hintere Theil eines Pygidiums von Kegel; F. 7 Seitenansicht eines Pygidiums von St. Mathias (Mus. Dorpat); T. X, F. 17 Glabella aus Kegel; F. 18 Profilansicht des Pygidiums von T. IV, F. 7; T. XI, F. 13 Seitenansicht eines Kopfes von Jewe (Mus. Reval); T. XV, F. 34 Ansicht des Pygidiums T. IV, F. 7 von oben; F. 35 Hypostoma von Kegel (Mus. Reval).

P. macroura Sjögr. (Ang. Palaeont. scand. p. 9 T. VII, F. 3, 4) nec Eichw. nec Salter, ist eine etwas kleinere, unserer *maxima* sehr ähnliche Art, die bei uns nicht gefunden ist, aber in Geschieben der Jeweschen Schicht sowohl auf Oeland als in N.-Deutschland vorkommt, wo sie für gewisse Geschiebe der Umgebung von Berlin und Eberswalde nach Prof. Remelé sogar charakteristisch ist. Wir haben einige Stücke zum Vergleich zeichnen lassen (T. III, F. 10. T. IV, F. 8, 9. T. X, F. 19). Das Kopfschild unterscheidet sich durch stärkere Wölbung der Glabella in allen ihren Theilen und durch geringere Breite derselben, da diese höchstens der ganzen Länge des Kopfschildes gleichkommt. Der Vorderrand des Frontallobus ist nicht geradlinig, sondern bogenförmig convex, seine Seiten-

theile abgerundet, nicht in nach vorn vorgezogenem Winkel ausgezogen. Dem entsprechend sind auch die Dorsalfurchen gleichmässig gerade. Der Kopfumschlag ist in der Mitte ebenfalls abgeflacht, aber nicht concav, der Vorderrand nicht so stark aufgeworfen wie bei *maxima*. Die Wangenhörner sind steil geneigt, aber nicht vertical gestellt. Die Augen scheinen bis 30 Verticalreihen von Linsen zu haben. Bei grösseren gut erhaltenen Kopfschildern ist man nicht leicht im Zweifel, mit welcher Art man es zu thun hat; bei ganz kleinen Glabellen aber, die unter den Geschiebeexemplaren, die mir vorliegen, nicht selten sind, bleibt man bisweilen unsicher. Sicherer ist das Pygidium zu unterscheiden. Es ist ebenfalls dreieckig, ungefähr ebenso breit wie lang, endet aber immer spitz und die Seitenlappen fallen gleichmässig seitwärts ab (T. X, F. 19). Auch ist die Zahl der Rhachisglieder fast constant 18 und die Rhachis selbst verschmälert sich stärker nach dem hinteren Ende zu.

Auf T. X, F. 22 habe ich ein Pygidium der Berliner Sammlung (Gesch. v. Berlin, nach Beyrich aus Sadewitzer Gestein) zum Vergleich abbilden lassen, das sich von *P. maxima* durch grössere Breite und weniger steil abfallende Seitenlappen, auch durch seine mehr parabolische und nicht dreieckige Form unterscheidet. Die Gliederzahl beträgt 15. Diese Art nähert sich schon *P. Wesenbergensis*, ist aber stärker gewölbt.

Eine andere Art, die von unserer *P. maxima* und zugleich von *P. macroura* Sjögr. Aehnlichkeit hat, ist *P. extensa* Boek (Gaea norveg. p. 139) von Gaasöen im Christianiafjord, von der mir Prof. Brögger neuerlichst Exemplare zugeschickt hat, und die auch im Berliner Museum (L. v. Buch. Samml.) vertreten ist. Die grossen Pygidien erinnern sehr an *P. maxima*, aber die Glabella ist deutlich tuberculirt und der Frontallobus vorn schwach bogenförmig vorgezogen. Die Wangenhörner scheinen weniger stark und nicht vertical gestellt zu sein. Ob das Niveau übereinstimmt, ist noch nicht sicher festgestellt.

Phacops Wesenbergensis n. sp. T. IV, F. 10—12. T. V, F. 1—7. T. X, F. 20.

1857. *P. conophthalmus* Nieszk. Monogr. Trilob. p. 534 (Köpfe).
1857. *P. truncatocaudatus* Nieszk. Monogr. Trilob. p. 537 (Pygidia).
1858. — — F. Schmidt. Uebers. Sil. Form. Estl. p. 185.

Wir haben mit Nieszkowski früher die Köpfe zu *P. conicophthalma* und die Pygidien zu *P. truncatocaudata* M. Coy gebracht. Eichwald hat hierher gehörige Stücke, wie die der vorigen Art, ebenfalls als *P. macroura* bestimmt.

P. Wesenbergensis, die einzige von den grösseren Chasmopsarten, die uns in einem vollständigen Exemplar vorliegt, ist von länglich eiförmiger Gestalt, fast noch einmal so lang wie breit. Das Kopfschild ist breit halbkreisförmig, nur wenig mehr als doppelt so breit wie lang, gleichmässig flach gewölbt mit allmählig sich verschmälernden, stark geneigten, aber nicht vertical gestellten flachen Wangenhörnern, die etwa bis zum 8. Leibesgliede reichen. Der Vorderrand ist fast horizontal, in der Mitte nur wenig ansteigend.

Die Glabella ist in allen ihren Theilen gewölbt, fein chagrinirt und mit kleinen runden Tuberkeln dicht bedeckt. Der Frontallobus ist von aberundet dreiseitiger bis elliptischer Form, nach vorn convex, breiter als die ganze Länge des Kopfschildes; er reicht bis hart an den Vorderrand, in den er ohne deutlich markirten Randsaum in gleichmässiger Wölbung übergeht. Der vordere Theil der Gesichtsnath kommt an den oberen Rand des Kopfumschlags zu stehen. Nur vor der Mitte des Frontallobus, zwischen den beiden divergirenden Punktreihen, lässt sich ein schwacher Längseindruck erkennen. Die ersten Seitenloben sind mehr oder weniger stumpf dreieckig, gewölbt, kleiner als bei der vorigen Art; der innere Winkel ist spitzer und die äussere Seite begränzt kaum die Hälfte der Dorsalfurchen, die ihrerseits stärker divergiren. Der zweite Lobus meist gar nicht, oder doch nur als schwache Andeutung zu erkennen (in T. V, F. 1 viel zu stark angegeben). Die dritten Loben bilden, wie bei den verwandten Arten, einen schwach angedeuteten Ring.

Der Kopfumschlag ist durchweg abgerundet, ohne Kanten; in der Mitte etwas breiter, nach den Wangenhörnern schmäler, faltenartig. Die Wangen sind wenig geneigt mit breitem flachem Randsaum und entsprechender flacher Furche. Die gewölbten Wangenfelder zeigen, wie gewöhnlich, flache Eindrücke, ohne Tuberkel. Die Augen sind stumpf konisch, ziemlich breit. Ich zähle etwa 24 Vertikalreihen, von denen die mittelsten 10—11 Linsen zeigen. Im Ganzen sind etwa 220 Linsen an einem Auge vorhanden.

Das Hypostoma (T. V, F. 4 a, b) ist von gewöhnlicher ovaler Form, auf der Oberfläche mit Grübchen versehen. Die Seitenflügel mit den eigenthümlichen hornartigen Fortsätzen (F. 4 b), die dem Eindruck auf der Oberfläche der Flügel entsprechen, sind bei dem abgebildeten Exemplar besonders gut erhalten.

Die Pleuren des Thorax flach, einfach seitlich abwärts gewölbt, ohne deutliches Knie (entsprechend dem Pygidium); der äussere Pleurentheil kürzer als der innere.

Das Pygidium ist von parabolischer Form, hinten abgerundet, breiter als lang, flach gewölbt. Die Seitenlappen in gleichmässiger Wölbung abfallend. Die Rhachis dreimal schmäler als das ganze Pygidium, 12 — 14-gliedrig, endet abgerundet. Die Seitenlappen zeigen ebenfalls 12 — 14 Pleuren, von denen die hintersten schmal und der Achse parallel gerichtet sind; die vorderen sind breit und flach, und zeigen Spuren einer Mittelfurche. Die Pleuren reichen nicht ganz bis zum Rande.

P. Wesenbergensis ist eine sehr ausgezeichnete Art, die mit keiner andern zu verwechseln ist. Der Mangel des Randsaums am Vorderrand bei starker Tuberkulirung der gewölbten Glabella und das abgerundete flach gewölbte Pygidium sind die sichersten Kennzeichen. Die Form des Frontallobus variirt etwas (vergl. T. IV, F. 11 u. T. V, F. 1).

Maasse:	des ganzen Thiers	des Kopfschildes		des Schwanzschildes	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.
	85 mm.	45 mm.	22 mm.	28 mm.	25 mm.
	—	40 »	20 »	—	—
	—	35 »	15 »	—	—
	—	24 »	11 »	—	—
	—	—	—	18 mm.	16 mm.

Vorkommen. Ausschliesslich in der Wesenberger Schicht (E); sehr häufig bei Wesenberg selbst, aber auch weiter im W. bei Körweküll, Wait, Forby. Als Geschiebe auf Dago. Ausserhalb als Geschiebe in der Umgebung Berlins gefunden (Mus. Berl.).

Erklärung der Abbildungen. T. IV, F. 10 ein ganzes Exemplar der Eichwald'schen Sammlung als Geschiebe auf Dago gefunden; F. 11 Kopfschild von Wesenberg, von oben und von der Seite. T. V, F. 1 Kopfschild von Wesenberg mit Spur des zweiten Lobus und elliptischem Frontallobus; F. 2 Kopfumschlag; F. 3 Ansicht von innen, mit Vorsprüngen an den Ausmündungsstellen der Seitenfurchen; F. 4 Hypostoma; F. 5, 6 Pygidien; F. 7 vergröss. Oberfl. von F. 1 mit Darstellung der divergirenden Punktreihen. Alle Exemplare von Wesenberg (Mus. Reval).

Phacops Eichwaldi n. sp. T. IV, F. 4. T. V, F. 8, 9, 10, 16. T. X, F. 21.

1857. *Phacops conophthalmus* Nieszk. l. c. p. 534 ex p. (Köpfe).
1857. *Amphion Fischeri* Nieszk. l. c. p. 619 (Pygidien).
1858. — — F. Schmidt. l. c. p. 185 ex p.
1860. *Chasmops Odini* Eichw. l. c. T. 52, F. 32. p. 1429 ex p.
1862. *Phacops macroura* Salt. Monogr. brit. Tril. p. 37. T. IV, F. 18—23?

Unsere Art ist bisher immer mit anderen verwechselt worden. Das besterhaltene Exemplar (T. V, F. 8) ist schon einmal (freilich nicht gut) von Eichwald abgebildet worden, daher wir die Art nach ihm nennen. Sehr ähnlich und vielleicht zu vereinigen ist auch *P. macroura* Salt., der cats-head trilobite der englischen Sammler. Er ist wesentlich nur durch die breitere Form und den weniger vorgezogenen Vorderrand verschieden. Das ganze Thier ist länglich eiförmig, mehr als $2^1/_2$ mal so lang wie breit.

Das Kopfschild von *P. Eichwaldi* ist parabolisch, mit stark convexem Vorderrand, nur anderthalb mal so breit wie lang; gleichmässig flach gewölbt, die einzelnen Theile wenig erhaben, die Oberfläche fein chagrinirt oder ganz glatt. Vorderrand flach, in der Mitte nicht ansteigend, ebenso auch der Kopfumschlag in der Mitte horizontal abgeplattet, an den Seiten eine stumpfe Falte bildend. Die Glabella flach gewölbt. Der Frontallobus weniger breit als die Länge des Kopfschildes, elliptisch, vorn flach bogenförmig, an den Seiten abge-

rundet, seitlich über die Augen hinausragend. Erster Seitenlobus abgerundet dreieckig, gross, innerer Winkel gleich einem Rechten, äussere Seite die Hälfte der Länge der Dorsalfurche betragend. Zweiter Seitenlobus fehlt ganz. Der dritte als Ring angedeutet. Vor der Glabella zieht sich ein deutlicher, 2 mm. breiter, sanft geneigter Randsaum hin, in dessen Mitte die vordere Gesichtsnath in einem Bogen verläuft; der vordere Randsaum geht in den flachen seitlichen über, der durch eine ganz flache Furche von den kaum gewölbten Wangen geschieden ist. Die Dorsalfurchen sind wenig vertieft und divergiren sehr stark. Die Wangenhörner divergiren, sind steil geneigt, flach, gehen allmählig in eine feine Spitze über und reichen etwa bis zum 8ten Leibesgliede; der Nackenring ist breiter als bei den verwandten Arten.

Die Augen sind verhältnissmässig klein und schmal, stumpf konisch; ich zähle 20 Verticalreihen von Linsen, deren in den mittleren Reihen bis 9 vorhanden sind. Im Ganzen etwa 160 Linsen.

Das Hypostoma (T. IV, F. 4) ähnelt dem der verwandten Arten. Es ist etwas breiter und kürzer als bei *P. maxima* und hat eine fast glatte, nur mit undeutlichen Gruben bedeckte Oberfläche.

Der Thorax zeigt sehr allmählig an Breite abnehmende Rhachisringe und flache Pleuren, die nach aussen kaum gekniet, sondern nur abwärts gewölbt sind.

Das Pygidium ist dreieckig, spitz, gleichmässig gewölbt, ziemlich ebenso breit wie lang, 12 — 15-gliedrig, etwas mehr als noch einmal so breit wie die Rhachis. Die Dorsalfurchen sind schwach, die Rhachis tritt in die allgemeine Wölbung ein, indem von ihr aus die Seitenlappen allmählig in einem sanften Bogen nach aussen abfallen (T. X, F. 21). Die Rhachis endet fast spitz; von ihrem Ende bis zur Spitze des Pygidiums lässt sich ein mehr oder weniger deutlicher Kiel verfolgen. Bisweilen ist die Spitze etwas aufgeworfen (T. V, F. 10). Pygidien wie T. X, F. 21, die sonst in Nichts abweichen, zeigen, welche grosse Dimensionen die Art erreichen kann.

Nachdem wir jetzt unsere Art an genügendem Material studirt haben, fällt es nicht schwer, sie von allen ihren Verwandten bei uns zu unterscheiden. Das schmale nach vorn vorgezogene Kopfschild mit breitem Vorderrande und das spitze Pygidium mit gleichmässig abfallenden Seiten geben gute Kennzeichen ab. Variationen habe ich keine bemerkt, bis auf ein unvollständiges Kopfschild aus Worms, das eine deutlich tuberculirte Glabella zeigt.

Mit der Salter'schen *P. macroura* glaubte ich früher unsere Art vereinigen zu können, die auch ein spitzes Pygidium und eine ähnliche Glabella hat. Die breitere Form des Kopfschildes und der Mangel des breiten Vorderrandes bringen mich gegenwärtig davon ab, obgleich das Niveau zu stimmen scheint. Auffallenderweise stimmen die Sadewitzer Stücke, die Prof. F. Römer in seiner bekannten Arbeit unter *Chasmops conicophthalmus* beschreibt, nicht mit unserer Art. Einige mir zum Vergleich zugesandte Formen gehören zu anderen Chasmopsformen aus tieferen Schichten.

Maasse:

Das ganze Thier eingerollt.	des Kopfschildes Länge.	des Kopfschildes Breite.	des Pygidiums Länge.	des Pygidiums Breite.
83 mm.	20 mm.	30 mm.	21 mm.	25 mm.
—	24 »	33 »	—	—
—	24 »	35 »	—	—
—	—	—	—	60 mm.
—	—	—	—	30 »
—	—	—	18 mm.	19 »
—	—	—	15 »	17 »

Vorkommen. Fast ausschliesslich in der Lyckholmer Schicht in Estland: Muddis, Neuenhof in Harrien, Kirna, Schwarzen, Koil, Oddalem bei Nurms, Turwast bei Piersal, Neuenhof bei Hapsal, Lyckholm; auf Dago: Hohenholm (von hier ein vollständiges aber nicht gut erhaltenes Eremplar in der Volborth'schen Sammlung), Palloküll, Paope. Spuren auch in der Borkholmer Schicht (F_2) bei Borkholm.

Erklärung der Abbildungen. T. IV, F. 4 ein Hypostoma, Geschiebe aus Schwarzen (Mus. Reval). T. V, F. 8 a, b, c Geschiebeexemplar von Dago (Eichwald's Samml.); F. 9 Glabella von Hohenholm auf Dago (Mus. Dorpat); F. 10, 16 Pygidien von Lyckholm (Mus. Reval). T. X, F. 21 unvollständiges grosses Pygidium von Turwast bei Piersal (Mus. Reval).

Fam. II. Cheiruridae.

Nach Vorgang von Salter schliessen wir die Cheiruriden zunächst an die Phacopiden an, mit denen sie die Ausmündung der Gesichtsnath am Seitenrande des Kopfschildes, die netzförmigen, wenn auch feiner facettirten Augen und die wenigstens bei vielen Arten vorherrschende Eilfzahl der Leibesglieder gemein haben. Auch das Hypostoma ist ähnlich: eiförmig, mit zwei nach hinten gerichteten Flügeln, aber immer mit einem aufgeworfenen Rande umgeben; die Wangen, bei den meisten Gattungen wenigstens, grubig wie bei *Phacops*. Als besondere Merkmale der Cheiruriden kommen dann noch dazu die getrennten, meist kleinen Randschilder, das Vorhandensein eines breiten, queren Schnauzenschildes (ausser bei *Sphaerexochus*) und ein wenig (3 — 6) gliedriges Pygidium, dessen Pleuren in feine Spitzen auslaufen. Die Pleuren der Leibesglieder sind durchweg gekniet.

Zur Familie der Cheiruriden rechnet Barrande die Gattungen *Cheirurus*, *Areia*, *Crotalurus* Volb., *Deiphon*, *Placoparia*, *Sphaerexochus* und *Staurocephalus*. Von diesen besitzen wir nur *Cheirurus* und *Sphaerexochus*, da ich *Crotalurus* von vorn herein ausschliesse, weil seine Gesichtsnath auf der Hinterseite des Kopfschildes mündet und ich mit Salter

den Verlauf dieser Nath als eins der wichtigsten systematischen Merkmale betrachte. Mit Salter ziehen wir noch *Amphion Pand.* wenigstens als Anhang zu den Cheiruriden, den Barrande mit *Encrinurus* und *Cromus* zusammenstellt. Neben *Amphion* wäre dann noch die neue Gattung *Diaphanometopus* zu stellen.

Angelin führt noch die Cheiruridengattungen *Cyrtometopus* und *Sphaerocoryphe* auf, die wir zahlreicher Uebergänge wegen nicht generisch von *Cheirurus* trennen können. *Cheirurus* ist überhaupt die schwierigste und mannigfaltigste Gattung unserer Familie, deren 20 einheimische Arten ziemlich schwierig zu gruppiren sind und doch noch nicht mit Sicherheit in mehre genera untergebracht werden können. Die übrigen 3 Gattungen zählen bei uns nur je Eine Art.

Die Familie der Cheiruriden reicht vom Untersilur bis ins Devon, das durch das Subgenus (von *Cheirurus*) *Crotalocephalus* charakterisirt wird. Bei uns gehören sämmtliche 23 Arten dem eigentlichen Untersilur an (Schicht B — F), das ja überhaupt unsere an Trilobiten reichste Schichtengruppe ist.

Uebersicht der unterscheidenden Charaktere der Gattungen.

1. Der dritte Seitenlobus der Glabella von den übrigen durch Grösse und Form verschieden. Aussentheile der Pleuren laufen in schmale Spitzen aus, sie schieben sich beim Zusammenrollen nicht über einander oder haben wenigstens keine besondern Gleitflächen. Pygidium 3 — 4-gliedrig (eigentliche Cheiruriden). 2.

Der dritte Seitenlobus der Glabella nicht wesentlich von den ersten beiden verschieden. Die Aussentheile der Pleuren mit Gleitflächen versehen, am Ende abgerundet. 3.

2. Die Gesichtslinien münden am Aussenrande vor den spitzen oder in Hörner ausgezogenen Hinterecken. Wangen grubig. Thorax 9 — 12-gliedrig. Innerer Pleurentheil gefurcht oder mit einer mehr oder weniger deutlichen Reihe von eingedrückten Punkten versehen. Pygidium 4-gliedrig. Gen. *Cheirurus* Beyr.

Die Gesichtslinien münden in den abgerundeten Hinterecken. Der dritte Seitenlobus der Glabella vollkommen abgeschnitten durch die starke, bis zum Nackenringe reichende dritte Seitenfurche; die ersten beiden Seitenfurchen schwächer. Schnauzenschild fehlt. Wangen nicht grubig. Thorax 10-gliedrig. Pleuren gewölbt, glatt, ohne Eindrücke. Pygidium 3-gliedrig. Gen. *Sphaerexochus* Beyr.

3. Glabella mit nur angedeuteten durchschimmernden Seitenfurchen. Thorax 12-gliedrig, innerer Pleurentheil gefurcht. Pygidium 5-gliedrig. Gen. *Diaphanometopus* m.

Glabella mit tiefen Seitenfurchen. Thorax 14 — 18-gliedrig. Pleuren gewölbt, nicht gefurcht. Pygidium 6-gliedrig. *Amphion Pand.*

Gen. Cheirurus Beyr., Barrande, Salter u. a.

Ceraurus Green, F. Römer, Eichw. u. a.

Wir müssen uns gleich zu Anfang darüber rechtfertigen, warum wir den jüngeren Namen *Cheirurus* dem älteren *Ceraurus* vorziehen, den namentlich F. Römer in der Lethaea geognostica I, p. 645 wieder zu Ehren gebracht hat. Wir bekennen, dass wir bei *Cheirurus* bleiben wollen, weil die Gattung von vorn herein durch Beyrich gut charakterisirt war und nicht mit Mühe erst nach Modellen und Exemplaren wieder herausgefunden werden musste, wie *Ceraurus*. Ferner weil der Name in mehreren Hauptwerken, wie denen von Barrande, Salter, Angelin, Billings u. a. angenommen ist, und endlich, weil wir uns an ihn gewöhnt haben. Es kommt doch bei systematischen Arbeiten meiner Meinung nach mehr darauf an, dass man genau wisse, wovon die Rede ist, als dass die strickte Priorität gewahrt werde.

Es hält schwer, zu den oben in den Familien- und Gattungscharakteren angegebenen Kennzeichen noch mehrere dergleichen hinzuzufügen, da wir die Gattung gegenwärtig noch gezwungen sind in einem sehr weiten Sinne aufzufassen. Bei vollständigerer Kenntniss wird es wahrscheinlich möglich sein, mehrere Gattungen bestimmt aufzustellen. Vorläufig müssen wir es mit Untergattungen versuchen, von denen wir einige scharf, andere weniger scharf gegen die übrigen abgränzen können. Wir wollen hier gleich hinzufügen, dass wir unsere Gruppirung zunächst nur für unsere einheimischen Arten vorschlagen, wobei wir beiläufig zusehen wollen, wie weit unsere Gruppen auch für andere Gebiete zulässig sind. Aus unsern Untersuchungen ergiebt sich zunächst, dass wir die Gattung *Cheirurus* im weiteren Sinne in zwei Hauptabtheilungen zerfällen können, wobei wir uns wesentlich auf die Zahl der Leibesglieder und auf die Beschaffenheit von deren Pleuren stützen.

Die erste Abtheilung, zu der die typischen Cheiruren gehören, hat regulär 11 Leibesglieder (bei der Abtheilung *Sphaerocoryphe* auch weniger), deren Pleuren an der Gränze des inneren (unten offenen) und des äusseren (rings geschlossenen) Theils eine deutliche Einschnürung zeigen. Der innere Pleurentheil weist eine diagonale oder Längsfurche auf Am vorderen sowohl als am hinteren Rande jedes inneren Pleurentheils verläuft eine schmale Leiste, die an der Einschnürungsstelle in einem etwas angeschwollenen krummen Haken endet (T, VII, F. 13, 14. T. XVI, F. 6). An diesen Einschnürungsstellen erkennt man gewöhnlich die beiden hinter einander liegenden Haken (T. VI, F. 1, 5, 8. T. VII, F. 4. T. XVI, F. 2, 12), von denen der vordere meist etwas übergreift; die Randleisten selbst, von denen diese Haken ausgehen, sind meist nur an isolirten Leibesgliedern zu erkennen. Barrande hat diese Randleisten mit ihren angeschwollenen Enden schon ganz richtig dargestellt, Salter bezeichnet sie (Monogr. brit. Tril. T. VI, F. 14 a, b) als fulcral-tubercles. Entsprechend der hinteren Randleiste an den Pleuren finden wir eine ähnliche

Leiste mit entsprechendem hakigem Ende auch beiderseits am Hinterrande des Kopfschildes. Die erste Darstellung einer solchen Leiste sehen wir bei Beyrich (Unters. über Trilob. II. T. IV, F. 6) ins einer Originalabbildung des *Cheirurus exsul*, obgleich die richtige Deutung damals noch nicht gegeben werden konnte.

Die andere Abtheilung, zu der namentlich die Gruppe *Eccoptochile* Corda, Salter gehört, besitzt stets 12 Leibesglieder, deren Pleuren keine Einschnürung zeigen und sich ohne Zwischenraum dicht an einander legen. Der innere Pleurentheil zeigt statt der Furche eine Längsreihe von eingedrückten Punkten, die bei Einer Gruppe (*Pseudosphaerexochus* m.) auch ganz obsolet werden können. Von den Randleisten am inneren Pleurentheil ist nur die vordere deutlich entwickelt; sie endet abrupt (T. XVI, F. 26, 29) am Beginn des äusseren geschlossenen Pleurentheils und ist nur bei isolirten Leibesgliedern zu erkennen, da sie für gewöhnlich sich unter die vorhergehende Pleure schiebt. Diesem Bau der Pleuren entsprechend ist auch am Occipitalrand des Kopfschildes, wenn überhaupt, so doch nur die ganz schwache Andeutung einer Leiste (T. VIII, F. 20) ohne angeschwollenes Ende zu erkennen.

In der ersten Abtheilung unterscheiden wir zunächst die ächten Cheiruren (Subgen. *Cheirurus*), die immer 11-gliedrig sind, und deren innerer Pleurentheil durch eine diagonale Furche getheilt ist. Die Seitenfurchen des Kopfschildes münden ohne Unterbrechung in die Dorsalfurchen, die nach vorn etwas auseinanderweichen, so dass die Glabella vorn etwas erweitert erscheint; die Seitenfurchen derselben sind immer deutlich. Die zweite Gruppe der ersten Abtheilung zeigt eine Längsfurche auf dem inneren Pleurentheil und die Verbindung der Seitenrandfurche mit der Dorsalfurche ist unvollständig, indem die Seitenrandfurche am Occipitalflügel und am Randschilde deutlich ausgebildet ist, über den Vorderflügel des Mittelschildes (joue fixe) aber nicht (oder nur ganz schwach) hinübergeht und so die Dorsalfurche nicht erreicht (T. VIII, F. 1, 15, 17 b. T. XVI, F. 7, 8, 13, 15). Nichtsdestoweniger findet sich in der Dorsalfurche am Grunde der ersten Seitenfurche der Glabella häufig ein tiefer Eindruck (vorzugsweise auf dem Steinkern bemerkbar, T. VIII, F. 12. T. XVI, F. 21), der der Einmündungsstelle der Seitenfurche in die Dorsalfurche entspricht, und auch bei den ächten Cheiruren (T. XVI, F. 3, 5) auf Steinkernen immer bemerkbar ist. Dieser Eindruck entspricht einem inneren Fortsatze, der sich an den seitlichen Flügelfortsatz des Hypostoma anlegt. Im Uebrigen gehören Formen von sehr verschiedenartigem Habitus hierher. Eine Art, *C. Plautini* m., mit flacher, nach vorn erweiterter Glabella, erinnert noch ganz an die ächten Cheiruren, zwei andere, *C. clavifrons* Dalm. u. *affinis* Ang., mit in der Mitte erweiterter, nach vorn verschmälerter Glabella, bilden den Typus der Angelin'schen Gattung *Cyrtometopus*. Alle genannte Arten, und mit ihnen noch *C. aries* Eichw., haben deutliche Seitenfurchen der Glabella und unvollständig getrennte Basalloben derselben, wie bei den ächten Cheiruren, indem der innere, nach hinten gewandte Theil der dritten Seitenfurche seichter wird, und daher den dritten Seitenlobus (oder Basallobus) bei wohl erhaltener Schaale wenigstens, nicht vollständig abschneidet. Bei einer andern hierher gehörigen Art aber, *C. pseudohemicranium* Nieszk., werden die

vorderen Seitenfurchen der Glabella ziemlich obsolet, die hintere dagegen ist tief und breit und schneidet den Basallobus so vollständig von der Glabella ab, dass dieser als getrennter Tuberkel am Grunde derselben erscheint. *Ch. Pseudohemicranium* hat einige Aehnlichkeit von *Ch. globosus* Barr., dem Typus der Corda'schen *Actinopeltis*, die Salter als Untergruppe wiederherzustellen gesucht hat. *Ch. globosus* aber, obgleich er durch die 11-Zahl der Glieder und die deutliche Einschnürung der Pleuren, zwischen denen man die angeschwollenen hakenförmigen Fortsätze erkennt (Barr. l. c. T. XXXV, F. 1), sich den ächten Cheiruren nähert, weicht doch durch die eingedrückte Punktreihe (statt der Furche) auf dem inneren Pleurentheil und durch die, wie es scheint, vollständige Communication der Seitenrandfurche mit der Dorsalfurche von den Arten unserer *Cyrtometopus*-Gruppe, wie wir sie vorläufig nennen wollen, ab. Mit *C. globosus* scheinen zunächst zusammen zu gehören: *C. gryphus* und *insocialis* Barr., während die böhmischen Arten *Ch. neglectus*, *pectinifer*, *completus* und *tnmescens* ganz wohl zu unserer *Cyrtometopus*-Gruppe passen. An diese einstweilen noch ziemlich unbestimmte Gruppe, namentlich an *Ch. pseudohemicranium* und *aries* schliesst sich eine andere Untergattung von *Cheirurus* an, die von Angelin als besonderes Genus *Sphaerocoryphe* aufgestellt wurde und von anderen Palaeontologen mit *Staurocephalus* in Verbindung gebracht wirde. Durch die Beschaffenheit der Pleuren und das Verhalten der Seitenfurche des Kopfschildes zur Dorsalfurche schliesst sich diese Gruppe nahe an *Cyrtometopus* an, aber der vordere Theil der Glabella mit dem ersten und zweiten Seitenlobus ist kuglig angeschwollen, die ersten und zweiten Seitenfurchen sind, wenn überhaupt, nur als ganz schwache Gruben oder Narben erhalten; der hintere Theil der Glabella mit den beiden als mehr oder weniger deutliche Knötchen ausgebildeten dritten Seitenloben erscheint fast als getrennter Ring. Angelin giebt als charakteristisch für seine Gattung die 8—9-Zahl der Leibesglieder und freie Zähne am Seitenrande des Kopfschildes an. Beide Charaktere würden wohl schon für eine besondere Gattung genügen, wir besitzen aber nur von Einer Art, *C.* (*Sphaerocoryphe*) *cranium* Kut. ein vollständiges Exemplar, das allerdings nicht mehr als 9 Leibesglieder zeigt; ebenso haben wir auch nur bei Einer Art (*S. granulata* Ang.) die Seitenzähne constatiren können. Andererseits nähern sich die vorhin genannten Arten von *Cyrtometopus*: *C. pseudohemicranium* und *aries* der *Sphaerocoryphe* in ihrem Habitus so sehr, dass wir lange geschwankt haben, ob wir sie nicht auch zu dieser Gruppe zählen sollten; ebenso nehmen auch bei *C. aries* die Basalloben der Glabella kaum an der Wölbung des vorderen Theils der Glabella Theil, ebenfalls wie bei *Sphaerocoryphe*, so dass wir schliesslich nicht umhin konnten, wegen der vielfachen Uebergänge diese Gruppe, enger begränzt, einstweilen als Subgenus bei *Cheirurus* zu lassen und neben *Cyrtometopus* (bei dem auch nur von zwei Arten, *C. clavifrons* u. *affinis*, die 11-Zahl der Glieder constatirt ist) zu stellen, unbeschadet ihrer späteren Wiederabtrennung.

Zur zweiten 12-gliedrigen Abtheilung (*Eccoptochile* Corda im weiteren Sinne) gehören in Böhmen mit Sicherheit nur die beiden Arten *Ch. claviger* und *pater* Barr., denen sich seinem Habitus nach der 10-gliedrige *C. scuticauda* Barr. anschliesst. Von Englischen

Arten kann mit Sicherheit nur *Ch. Sedgwicki* M. Coy zugezählt werden. Bei uns und in Schweden scheinen ziemlich zahlreiche Arten hierher zu gehören, von denen wir schon bei 5 die volle Zwölfzahl der Glieder constatirt haben. Es lassen sich unsere und die schwedischen hierher gehörigen Arten ganz bequem in zwei natürliche Gruppen theilen, die wir einstweilen als Subg. *Nieszkowskia* und *Pseudosphaerexochus* bezeichnen wollen, ohne zu übernehmen, die genannten Böhmischen und Englischen Eccoptochilearten auch in diese Gruppen unterzubringen. Sie verhalten sich einstweilen unbestimmt, ähnlich wie unsere auch nicht wohl als Gruppe begränzten Cyrtometopusarten in der ersten Abtheilung.

Zum Subgenus *Nieszkowskia* rechnen wir einige Arten, die früher von Nieszkowski und Kutorga zu *Sphaerexochus*, von Angelin zu *Cyrtometopus* gebracht wurden. Als Typus gilt *Spharexochus cephaloceros* Nieszk. und *Cyrtometopus gibbus* und *tumidus* Ang. Die Glabella ist nach hinten angeschwollen und geht hier oft in einen Höcker oder Dorn aus; ihre dritte Seitenfurche ist stärker als die beiden vorderen nach hinten gerichtet, und verläuft, ohne schwächer zu werden, in einem Bogen nach dem Nackenringe zu, den sie jedoch nicht erreicht. Die Randschilder sind klein, da die nach vorn gewandten äusseren Zweige der Gesichtsnath ganz vorn am Seitenrande münden; die Hinterecken in lange Hörner ausgezogen. Die Pleuren der Leibesglieder sind flach, schwertförmig zugespitzt, ohne deutliches Knie, ihr Innentheil mit einer Reihe eingedrückter Punkte versehen; sie scheinen sich mit ihren Enden übereinander zu schieben. Das Pygidium, wie es scheint, immer nur 4-spitzig.

Zum Subgenus *Pseudosphaerexochus* m. gehören lauter Arten, die man sowohl bei uns als in Schweden früher zu *Sphaerexochus* gebracht hat. Die typische Art bildet *Sphaerexochus hemicranium* Kut. nebst den schwedischen Arten *S. conformis* Ang. und *S. laticeps* Linnarss. Die Glabella ist der von *Sphaerexochus* ähnlich, die ersten beiden Seitenfurchen stehen fast vertical zur Dorsalfurche, die dritte anfangs ebenso, biegt sich aber dann nach hinten und erreicht bisweilen in seichterer Fortsetzung (wie bei den ächten Cheiruren) die Nackenfurche. Die Randschilder sind gross, die äusseren Zweige der Gesichtsnath nach hinten gewandt, münden aber noch am Seitenrande kurz vor den kurzspitzigen Hinterecken. Die Pleuren der Leibesglieder zeigen ein deutliches Knie; der Innentheil ist gewölbt, ganz ohne oder mit einer nur obsoleten eingedrückten Punktreihe; der Aussentheil kegelförmig mit langen Spitzen, die sich nicht übereinander schieben. Das Pygidium 8-spitzig.

Die Salter'schen Unterabtheilungen (Monogr. brit. Trilob. p. 61) können wir nur zum Theil annehmen: *Crotalocephalus* fehlt uns als devonisch, *Cheirurus* stimmt ganz mit unserer Auffassung überein, *Eccoptochile* ist für unsere ganze zweite Abtheilung zu eng gefasst. *Actinopeltis* nach Salt. ist eine ganz unbestimmte Gruppe, deren einzelne Arten wir an verschiedenen Stellen unterbringen.

Zum Schluss müssen wir nochmals hervorheben, dass die oben durchgeführte Gruppirung, die wir sogleich in tabellarischer Form wiederholen, vorläufig nur für unsere und zum Theil für die schwedischen Arten als maassgebend anzusehen ist. Da wir alle auswär-

tigen Arten noch nicht in unsere Gruppen unterbringen können, lassen wir einstweilen die Gattung *Cheirurus* noch als Ein Ganzes bestehen, obwohl wir es für wahrscheinlich halten, dass später die 12-gliedrigen Arten sowie die ächten *Sphaerocoryphe*-Formen besondere Gattungen bilden werden.

Unterscheidende Charaktere der Subgenera.

1. 9 — 11 Leibesglieder. Innentheil der Pleuren diagonal- oder längsgefurcht; vom Aussentheil durch eine Einschnürung getrennt; in dem durch diese Einschnürungen frei gebliebenen Raum berühren sich die hakenförmig gekrümmten angeschwollenen Enden je einer vorderen und hinteren Randleiste der Pleuren. 2.

12 Leibesglieder. Keine Einschnürung zwischen Innen- und Aussentheil der Pleuren; auf dem Innentheil eine mehr oder weniger (zuweilen fehlend) deutliche Längsreihe von eingedrückten Punkten. Eine Randleiste nur an der Vorderseite der Pleuren vorhanden; sie endet abrupt am Beginn des ringsgeschlossenen Aussentheils und ist nur bei isolirten Leibesgliedern nachzuweisen. 4.

2. Die Seitenrandfurche mündet in die Dorsalfurche. Glabella ziemlich rectangulär, nach vorn etwas erweitert. Von ihrer ersten Seitenfurche geht eine deutliche Wulst (Augenwulst) zum Auge. Augen meist gross, in der Mitte der Wangen, ihre Deckplatte gerundet dreieckig, concav, ohne Querfurche am Grunde. Hinterecken in lange Hörner ausgezogen. 11 Leibesglieder; der innere Pleurentheil mit diagonaler Furche, der äussere am Grunde angeschwollen. Subgen. *Cheirurus* (sens. str.).

Seitenfurchen die Dorsalfurche gar nicht oder nur in schwacher Andeutung erreichend. Keine Augenwulst, Augen klein. 9 — 11 Leibesglieder. Innerer Pleurentheil mit Längsfurche. 3.

3. Der Saum des Stirnrandes setzt sich beiderseits als Anschwellung des Vorderflügels des Mittelschildes (joue fixe) längs dem vorderen Zweige der Gesichtsnath bis zum Auge fort. Glabella mehr oder weniger gewölbt; die erste und zweite Seitenfurche immer erkennbar. Der dritte Seitenlobus unvollständig getrennt (durch die bei ihrer Biegung nach hinten seichter werdende dritte Seitenfurche) oder durch eine breite und tiefe Furche vollständig von der Glabella getrennt; in letzterem Falle seine Zugehörigkeit zur Glabella durch die beiderseitige Ausbuchtung derselben an der Hinterseite zu erkennen. Seitenrand ohne Zähne. 11 Leibesglieder. Subgen. *Cyrtometopus* Ang. (ex pt.).

Keine Anschwellung des Vorderflügels längs der vorderen Zweige der Gesichtsnath zu erkennen. Der vordere Theil der Glabella, der Frontallobus mit dem ersten und zweiten Seitenlobus, bildet eine kuglige Anschwellung, die gar keine oder nur ganz schwache Spuren der ersten beiden Seitenfurchen zeigt. Sie ist von den dritten Seitenloben vollkommen getrennt, die als flache Anschwellungen oder deutliche Knoten am Grunde der Glabella

hervortreten und einen mehr oder weniger deutlichen dem Nackenring parallelen besonderen Ring bilden. Leibesglieder 8—11? Seitenrand hinter den Randschildern (ob immer?) mit einzelnen hervorragenden Zähnen. Subgen. *Sphaerocoryphe* Ang.

4. Glabella gleichmässig gewölbt; die dritte Seitenfurche meist stärker als die beiden ersten; wie diese anfangs fast horizontal zur Dorsalfurche gerichtet, dann in einem Bogen steil nach hinten gewandt und hier seichter werdend, so dass sie in schwacher Andeutung (auf dem Steinkern deutlich) die Nackenfurche erreicht. Randschilder gross; hinterer Zweig der Gesichtslinien nach hinten gewandt, nahe vor den kurzspitzigen Hinterecken ausmündend. Thoraxpleuren deutlich gekniet. Innerer Theil derselben gewölbt, mit einer undeutlichen, oft gar nicht erkennbaren, Reihe von eingedrückten Punkten; äusserer Pleurentheil lang konisch zugespitzt. Pygidium mit 8 freien Spitzen. Subgen. *Pseudosphaerexochus* m.

Glabella meist nach hinten stärker gewölbt, hier oft in einen Höcker oder Dorn auslaufend. Seitenfurchen gleich stark, alle nach hinten gewandt, besonders stark die etwas längere dritte, die in einem Bogen nach dem Nackenring zu verläuft, diesen aber nicht erreicht (auch nicht auf dem Steinkern). Randschilder klein, dreieckig; der hintere Zweig der Gesichtslinie vom Auge nach vorn gewandt, mündet weit vorn am Seitenaande. Hinterecken in lange divergirende Hörner ausgezogen. Thoraxpleuren schwach gekniet. Innerer Pleurentheil mit einer scharf markirten Längsreihe von eingedrückten Grübchen. Aeusserer Pleurentheil platt, schwertförmig zugespitzt. Pygidium so weit bekannt 4-spitzig, indem die hinteren Glieder desselben von den Pleuren der vorderen vollständig umschlossen werden. Subgen. *Nieszkowskia* m.

Unterscheidende Kennzeichen der Arten.

Subgen. Cheirurus.

1. Vorderrand gekrümmt. 2.

Vorderrand in der Mitte gerade, an den Seiten unter stumpfem Winkel zurückgebrochen. 3.

2. Kopfschild flach, halbkreisförmig. Glabella flach. Frontallobus vorn sanft abwärts gewölbt, quer-oblong. Die Seitenrandfurche mündet in die Dorsalfurche vor der ersten Seitenfurche der Glabella, an der abgestumpften Vorderecke des Frontallobus. Augen gross, nehmen $^1/_3$ der entsprechenden Höhe des Wangenschildes ein. Innerer Pleurentheil der Leibesglieder beträgt nur $^1/_3$ des äusseren Theils. *Ch. ornatus* Dalm. (Vork. in B).

Kopfschild gewölbt, fast dreieckig, durch den abwärts gekehrten und daher nicht vorgewölbten Seitenrand. Glabella nach vorn ansteigend, am Grunde des Frontallobus am höchsten. Frontallobus halbelliptisch, in steiler Wölbung nach vorn abfallend. Die Seitenrandfurche mündet in die Dorsalfurche gegenüber der ersten Seitenfurche der Glabella.

Augen klein, gegenüber dem zweiten Seitenlobus, nehmen nur $^1/_5$ der entsprechenden Höhe des Wangenschildes ein. Innerer Pleurentheil der Leibesglieder halb so lang als der äussere. *Ch. ingricus* n. sp. (Vork. in B).

3. Glabella nach vorn breiter. Seitenloben nicht oder kaum breiter als lang (von vorn nach hinten). 4.

Glabella vorn kaum breiter wie hinten, flach, nach hinten ansteigend. Erste und zweite Seitenfurche breit und tief, ebenso lang wie der Zwischenraum zwischen den entsprechenden Furchen. Loben schmal, $1^1/_2$ mal breiter wie lang. Augen vorn, gegenüber der zweiten Seitenfurche. Oberfläche ohne Tuberkel.

C. cf. glaber Ang. (Vork. in F).

4. Kopfschild flach gewölbt, halbkreisförmig. Erste und zweite Seitenfurchen der Glabella etwas nach hinten gekrümmt. Zwischenraum zwischen zwei entsprechenden Furchen 1 bis $1^1/_2$ mal so breit wie die Länge der Furche. Nackenring mehr oder weniger nach hinten vorspringend mit convexem Hinterrande. Augen gegenüber der dritten Seitenfurche. Randschild weit nach innen vorspringend, quadrantenförmig. Oberfläche der Glabella blos fein chagrinirt oder zugleich tuberculirt; die Wangen grubig, zuweilen mit unregelmässigen Unebenheiten dazwischen, aber immer ohne deutliche Tuberkel. Die freien Enden des zweiten und dritten Pygidiumgliedes gleich lang, ganz kurzspitzig oder in flache lancettliche Spitzen vorgezogen. *C. exsul* Beyr. (Vork. in C).

Subspec. 1. *C. exsul* gen. Glabella flach, allmählig nach hinten ansteigend, tuberculirt. Nackenring trapezoidal, vorspringend, bildet den höchsten Theil des Kopfschildes. Entfernung der ersten und zweiten Seitenfurchen von der entsprechenden Furche der anderen Seite etwa $1^1/_2$ mal die Länge der Furchen. Augen von der Dorsalfurche um weniger als die halbe Breite der Glabella abstehend. Oberfläche der Wangen uneben (scrobiculata) aber nicht tuberculirt. Hörner der Hinterecken divergiren stark. Die freien Pleuren des ersten langen Pygidiumgliedes flach gewölbt, mässig breit; die Endspitze des 4ten Gliedes tritt kaum hervor.

Subspec. 2. *C. macrophthalmus* Kut. Glabella längs der Mitte gewölbt, von hier nach vorn und den Seiten abfallend, ohne Tuberkel. Entfernung der ersten und zweiten Seitenfurchen von den entsprechenden der anderen Seite $1^1/_2$ bis 2 mal die Länge der Furchen. Nackenring schildförmig, in trapezoidaler Form nach hinten erhöht, vorspringend. Augen wie bei voriger Form. Wangen eben, nur mit Gruben, ohne alle Erhabenheiten. Hörner der Hinterecken divergiren wenig. Die freie Pleure des ersten Pygidiumgliedes hoch gewölbt, schmäler. Die übrigen Pleuren und das Endglied laufen in ganz kurze Spitzen aus.

Subspec. 3. *C. gladiator* Eichw. Glabella flach. Der Frontallobus sanft nach vorn abwärts gewölbt. Entfernung der entsprechenden ersten und zweiten Seitenfurchen gleich der Länge der Furchen oder nur wenig mehr. Nackenring oblong, nach

hinten wenig vorgewölbt. Entfernung der Augen von der Dorsalfurche grösser als die halbe Breite der Glabella. Hintereckenhörner divergiren. Oberfläche der Glabella glatt, der Wangen wie bei *exsul*. Die erste (grosse) Pleure des Pygidiums breit und flach; die übrigen wie die Endspitze des 4ten Gliedes breit lancettlich zugespitzt.

Kopfschild hoch gewölbt, fast dreieckig durch die abwärts geneigten, schmalen, wenig nach innen vorspringenden Randschilder. Glabella in der Mitte am höchsten, stark gewölbt. Erste und zweite Seitenfurche gerade, tief, 2 mal kürzer als der Zwischenraum zwischen je zwei entsprechenden Furchen. Nackenring linear. Augen gegenüber dem zweiten Seitenlobus. Oberfläche der Glabella sowohl als der Wangen mit runden Tuberkeln geziert. Die freien Enden des zweiten und dritten Pygidiumgliedes pfriemenförmig, lang zugespitzt, die des dritten Gliedes viel länger als die des zweiten. *C. spinulosus* Nieszk. (Vork. in C_2).

Subgen. Cyrtometopus Ang. (ex pt.).

1. Vorderrand gerade oder gekrümmt. Der dritte Seitenlobus nicht vollständig von der Glabella getrennt. Die beiden vorderen Seitenfurchen deutlich markirt (als Furchen oder Linien) in die Dorsalfurchen mündend. Augendeckplatte gerundet, convex mit einer der Gesichtslinie parallelen Querfurche am Grunde. 2.

Vorderrand gekrümmt. Der dritte Seitenlobus durch die tiefe und breite dritte Seitenfurche vollständig von der Glabella getrennt, erscheint als gesonderter Tuberkel am Grunde derselben. Die beiden vorderen Seitenfurchen nur als schwache Narben oder Gruben angedeutet. *Ch. pseudohemicranium* Nieszk. sp. (Vork. in C_2, C_3, D).

2. Vorderrand in der Mitte geradlinig, an den Seiten stark ausgeschweift. Hinterecken in kurze Hörner ausgezogen. Augen weit nach vorn zu gelegen, zwischen der ersten und zweiten Seitenfurche der Glabella. Hinterer Zweig der Gesichtslinie zuerst parallel dem Hinterrande, dann vom Seitenrande steil nach hinten gebogen und kurz vor den Hinterecken ausmündend. Glabella länglich, gewölbt, in der Mitte am breitesten. Vordere Seitenfurchen fein linienförmig, oder verschmälern sich wenigstens schnell von der Dorsalfurche zur Wölbung der Glabella. 3.

Vorderrand mehr oder weniger gekrümmt, an den Seiten kaum oder gar nicht ausgeschweift. Augen in der Mitte der Wangen. Hinterer Zweig der Gesichtslinie von den Augen an nach hinten gewandt, ohne Knie, kurz vor den Hinterecken mündend. Vordere Seitenfurchen der Glabella kurz, breit und tief. 4.

3. Glabella vorn abgerundet, hier meist schmäler als am Grunde. Vordere Seitenfurchen deutlich eingedrückt, etwas nach hinten gezogen, oder dem Nackenring fast parallel. Oberfläche fein und gleichmässig gekörnt. Die Schnauzennath verläuft auf dem Stirn-

rande. Schnauzenschild linear, eben oder mit einem zahnartigen Vorsprung jederseits. Hinterecken in divergirende Hörner ausgezogen. Pleuren des Pygidiums flach gewölbt.

Ch. clavifrons Dalm. Ang. (Vork. in B).

Glabella vorn abgestutzt, breiter, gewöhnlich am Grunde schmäler als vorn. Die Seitenfurchen nur als feine Linien angedeutet, nicht eingedrückt, aber doch deutlich in die Dorsalfurche mündend. Oberfläche fast glatt mit zerstreuten feinen Tuberkeln. Die Schnauzennath verläuft hart vor der Glabella in der Stirnfurche. Schnauzenschild concav, jederseits mit vorspringendem Zahn. Hinterecken in der Rhachis parallele Hörner ausgezogen. Pleuren des Pygidiums flach oder etwas concav. *Ch. affinis* Ang. sp. (Vork. in B).

4. Vorderrand breit abgerundet, seitlich kaum ausgeschweift. Glabella flach gewölbt, fast rectangulär, nach vorn etwas verbreitert. Die dritte Seitenfurche gekniet, reicht am Knie seichter werdend bis zur Nackenfurche. Hinterecken spitz, nicht in Hörner ausgezogen. *Ch. Plautini* n. sp. (Vork. in C_1).

Vorderrand abgerundet. Glabella hochgewölbt, halbkuglig bis stumpf-kegelförmig; nach vorn ansteigend und hier am Frontallobus in steiler Wölbung zum Vorderrand abfallend. Die dritte Seitenfurche schneidet den dritten Seiten- (oder Basal-) Lobus nicht vollständig ab. Die beiden einander genäherten Basalloben mit ihrem flachen Zwischenraum von der Glabella etwas abgesetzt, haben die Neigung einen besonderen Ring zu bilden.

Ch. aries Eichw. sp. (Vork. in C_1).

Subgen. Sphaerocoryphe Ang.

Glabella kuglig, am Grunde wenig eingeschnürt, keinerlei Andeutungen von Gruben oder Furchen als Vertreter der Seitenfurchen. Tuberkel am Grunde der Glabella nur schwach angedeutet. Wangen mit undeutlichen Gruben. Pleuren am Hinterrande fein gezähnt. *Ch. cranium* Kut. sp. (Vork. in C_1 u. C_2).

Glabella kuglig mit deutlich eingeschnürtem Halse. Seitenfurchen erscheinen (auf dem Steinkern) als schwach erkennbare ovale Narben an den Seiten der Glabella, von denen sich eine undeutliche Rippe bis zur Dorsalfurche zieht. Am Grunde der ersten Seitenfurche eine rundliche Grube in der Stirnfurche. Tuberkel am Grunde der Glabella stark markirt. Wangen grob punktirt. *Ch. Hübneri* n. sp. (Vork. in C_3).

Glabella kuglig, am Grunde kaum eingeschnürt, mit undeutlichen Gruben an den Seiten an Stelle der Seitenfurchen. Tuberkel am Grunde der Glabella schwach angedeutet. Einzelne vorspringende Zähne am Seitenrande hinter den Randschildern.

Ch. granulatus Ang. (Vork. in F).

Subgen. Pseudosphaerexochus m.

Dorsalfurche flach; Wangen allmählig von derselben ansteigend. Glabella halbkuglig, kaum länger als breit, in der Mitte am höchsten. Die dritte Seitenfurche fast bis zum Nackenringe reichend. *Ch. hemicranium* Kut. sp. (Vork. in C_1).

Dorsalfurche tief; Wangen steil von ihr ansteigend. Glabella oblong, länger als breit, nach vorn verschmälert, gleichmässig gewölbt. Die dritte Seitenfurche auf Steinkernen (bei erhaltener Schaale nicht) bis zur Nackenfurche reichend.

Ch. conformis Ang. sp. (Vork. in F).

Dorsalfurche flach. Glabella breiter als lang, vorn abgestutzt, flach gewölbt. Die dritte Seitenfurche lang (länger als der Zwischenraum zwischen beiden entsprechenden Furchen), macht einen kleinen Haken nach hinten, erreicht aber die Nackenfurche lange nicht.

Ch. Roemeri n. sp. (Vork. in F).

Subgen. Nieszkowskia m.

Glabella meist nach hinten stärker ansteigend, bisweilen zu einem Höcker erhoben, der zum Nackenring steil abfällt. Frontallobus in steiler Wölbung nach vorn geneigt. Die Endloben um ihre eigne Breite von einander abstehend. Oberfläche der Glabella fein chagrinirt oder mit feinen Tuberkeln besetzt. Wangenhörner stark divergirend. Augen von den Dorsalfurchen etwas entfernt, gegenüber dem zweiten Seitenlobus der Glabella.

Ch. tumidus Ang. sp. (Vork. in B_3 u. C_1).

Glabella flach gewölbt (auch der Frontallobus allmählig abfallend), am hinteren Ende hart über dem Nackenring meist in ein gerades kurzes Horn ausgehend. Die Endloben um ihre eigne Breite von einander abstehend. Oberfläche mit grossen, flachen, runden Tuberkeln dicht bedeckt. Wangenhörner wenig divergirend. Augen der Mündung der dritten Seitenfurche gegenüberstehend. *Ch. variolaris* Linnarss. (Vork. in C_1 u. C_2).

Glabella hoch gewölbt, nach hinten am stärksten; von hier steil zum Nackenring geneigt; von der höchsten Wölbung entspringt ein kurzes, etwas abwärts gekrümmtes, nach hinten gerichtetes Horn. Die Endloben der Glabella fast um ihre doppelte Breite von einander abstehend. Oberfläche mit feinen, spitzen Tuberkeln dicht bedeckt. Wangenhörner stark divergirend. Augen der Mündung der dritten Seitenfurche gegenüberstehend, der Dorsalfurche sehr genähert. *Ch. cephaloceros* Nieszk. sp. (Vork. in C_1 u. C_2).

Uebersicht der verticalen Verbreitung der Arten.

Gen. Cheirurus.	B	C 1	C 2	C 3	D	E	F	Auswärtiges Vorkommen.
Subgen. Cheirurus.								
1. *Ch. ornatus* Dalm.	+	—	—	—	—	—	—	Schweden, im Orthocerenkalk.
2. *Ch. ingricus* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—	
2. *Ch. exsul* Beyr. c. varr.	—	+	—	—	—	—	—	Oeland, Dalarne, Norddeutsche [Geschiebe.
4. *Ch. spinulosus* Nieszk.	—	—	+	—	—	—	—	
5. *Ch. cf. glaber* Ang.	—	—	—	—	—	—	+	Leptaenakalk in Dalekarlien?
Subgen. Cyrtometopus Ang.								
6. *C. clavifrons* Dalm.	+	—	—	—	—	—	—	Schweden und Norwegen, im Orthocerenkalk.
7. *C. affinis* Ang.	+	—	—	—	—	—	—	Schweden im Orthocerenkalk.
8. *C. Plautini* n. sp.	—	+	—	—	—	—	—	
9. *C. aries* Eichw. sp.	—	+	—	—	—	—	—	Norwegen.
10. *C. pseudohemicranium* Nieszk. sp.	—	—	—	—	+	—	—	Norddeutsche Geschiebe.
Var. *dolichocephala* m.	—	—	+	+	—	—	—	
Subgen. Sphaerocoryphe Ang.								
11. *Ch. cranium* Kut. sp.	—	+	+	—	—	—	—	
12. *Ch. Hübneri* n. sp.	—	—	—	+	—	—	—	
13. *Ch. cf. granulatus* Ang.	—	—	—	—	—	+	+	Leptaenakalk in Dalarne.
Subgen. Pseudosphaerexochus m.								
14. *Ch. hemicranium* Kut. sp.	—	+	—	—	—	—	—	
15. *Ch. Pahnschi* n. sp.	—	—	—	—	+	—	—	
16. *Ch. Roemeri* n. sp.	—	—	—	—	—	—	+	Norddeutsche Gesch.: Sadewitz.
17. Ch. *conformis* Ang. sp.	—	—	—	—	—	—	+	Dalarne, im Leptaenakalk.
Subgen. Nieszkowskia m.								
18. *Ch. tumidus* Ang. sp.	+	+	—	—	—	—	—	Schweden, im Orthocerenkalk.
19. *Ch. cephaloceros* Nieszk. sp.	—	+	+	—	—	—	—	
20. *Ch. variolaris* Linnarss.	—	+	+	—	—	—	—	Schweden, im Chasmopskalk von West-Gothland.
	5	8	5	2	2	1	4	

Aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, dass die grösste Formenmannigfaltigkeit unserer Gattung in der Echinosphaeritenschicht (C_1) eintritt, die ja überhaupt unser an Trilobiten reichstes Niveau ist. Die Gruppe *Nieszkowskia* ist vollständig mit ihren 3 Arten vorhanden, und auch von den übrigen 4 Gruppen finden sich Vertreter. Im Vaginatenkalk finden sich auch schon ächte Cheiruren sowohl wie *Cyrtometopus*-Arten, auch *Nieszkowskia* zeigt ihre ersten Vorläufer. Höher hinauf wird der Artenreichthum wieder geringer, nur die *Pseudosphaerexochus*-Gruppe tritt in der Lyckholmer und Borkholmer Schicht (F) noch einmal in grösserer Formenmannigfaltigkeit auf. Wir erwähnen zwar aus F nur 2 Arten, es sind aber Anzeichen von noch zwei weiteren Arten vorhanden, die dem entsprechenden Leptaenakalk Dalarnes angehören.

Von unseren 20 *Cheirurus*-Arten sind 10 schon aus dem schwedisch-norwegischen Silurgebiet bekannt und 2 aus norddeutschen Geschieben. Im Vergleich zu der ähnlich artenreichen Gattung *Phacops* haben wir bei den Cheiruren nur wenig, nämlich 3 neue Arten aufzuweisen. Im Verzeichniss stehen zwar 4 neue Arten, von denen aber eine, *C. Roemeri*, schon früher, wenn auch ohne Namen, erwähnt war. Dafür ist bei *Cheirurus* mit der Feststellung der Subgenera und der Synonymik der Species mehr Arbeit gewesen, wie z. B. die Synonymie von *Ch. clavifrons* und *aries* zeigt. Ich bin hier, wie immer, bemüht gewesen, auf die Original-Beschreibungen und Exemplare zurückzugehen.

Was den genetischen Zusammenhang der Arten verschiedener Schichten unter einander betrifft, so haben wir bei *Cheirurus* weniger einschlägige Beobachtungen zu verzeichnen als bei *Phacops*. Nur bei *C.* (*Cyrtometopus*) *pseudohemicranium* hatte ich bestimmten Grund einen Vorläufer, die Var. *dolichocephala*, als mit ihm im bestimmten Zusammenhang stehend anzunehmen. Bei *Spaerocoryphe* dürfte es auch wahrscheinlich sein, dass *S. Hübneri* von *S. cranium* herzuleiten ist. Vielleicht bilden auch *Cheirurus ornatus* (B), *exsul* (C_1), und *spinulosus* (C_2) eine genetische Reihe. Das sind aber alles nur mehr oder weniger vage Annahmen.

Kaum bei irgend einer Gattung der Trilobiten habe ich so wenig mit der Auffassung in Eichwald's Lethaea rossica harmoniren können, wie bei *Cheirurus*. Von 15 hierher gehörigen Arten der Lethaea habe ich nur 3, *Cheirurus exsul, glaber* und *affinis* unter gleichem Namen aufführen können. Eichwald hat sich bemüssigt gesehen, die Pander'sche Gattung *Zethus* für einen Theil unserer 12-gliedrigen oder Eccoptochile-Gruppe wiederher zustellen, augenscheinlich in der Absicht Volborth zu ärgern, der an der Identität von *Zethus* Pand. und *Cybele* Lovén festhielt. Der *Zethus* bei Eichwald ist ganz ungenügend charakterisirt, wenn ich dem Autor auch darin beistimmen muss, dass er die Identität des ungenügend charakterisirten *Zethus uniplicatus* Pand. mit *Sphaerexochus hemicranium* Kut. richtig herausgefunden hat. Ich glaube es wird am Besten sein, die Gattung *Zethus* zu den Todten zu werfen und nicht mehr aufzuerwecken.

Subgen. Cheirurus.

Wir fassen diese Gruppe im Sinne der Salter'schen Untergattung *Cheirurus* und der gleichnamigen Gattung bei Angelin (l. c. p. 31). Das Hauptunterscheidungsmerkmal von der nahestehenden Gruppe *Cyrtometopus* ist die diagonale Furche auf dem Innentheil der Thoraxpleuren und die vom vorderen Zweige der Gesichtsnath getrennte Augenwulst. Unsere ächten Cheiruren gehören grösstentheils den tieferen Stufen unseres Untersilurs B und C an. Nur eine Art (als Geschiebe gefunden), *C. glaber?*, stammt dem Gestein nach aus höherem Niveau (F). Im Obersilur fehlen uns bisher ächte Cheiruren vollständig, während diese Gruppe in Böhmen gerade hier am reichhaltigsten ausgebildet ist, und im böhmischen Untersilur bisher nur zwei unserer Gruppe, wie es scheint, zugehörige Formen,

C. fortis und *vinculum* Barr. nachgewiesen sind. In Schweden sind 4 untersilurische Arten bekannt: *C. ornatus*, *exsul*, *glaber* und *punctatus* Ang., von denen wir wenigstens die beiden ersten sicher besitzen. Die obersilurische Art *Ch. speciosus* His. = *bimucronatus* Murch. dürfen wir hoffen auch mit der Zeit auf Oesel zu finden. Im englischen Untersilur kommt nur eine Form von *C. bimucronatus*, und *C. gelasinosus* Portl. vor, der einige Aehnlichkeit mit unserem *C. glaber* zeigt. Aus dem amerikanischen Untersilur sind 3 Arten: *C. pleurexanthemus* Green, *C. Pompilius* und *C. Polydorus* Bill. bekannt.

Cheirurus ornatus Dalm. T. VI, F. 3, 4. T. XVI, F. 1.

1828. *Calymene ornata* Dalm. Vetensk. academ. årsberättels. p. 134.
1837. — — Hising. Leth. suecica p. 11.
1844. — — Lovén. Vetensk. academ. förhandling. p. 63.
1854. *Cheirurus ornatus* Angel. Palaeontol. scand. p. 31. T. 21, F. 1 a, b.

Ausser den oben angeführten schwedischen Originalangaben wird *Ch. ornatus* noch von Beyrich, Unters. über Trilobiten, zweites Stück, p. 5. T. IV, F. 7 und von Nieszkowski, Zusätze zur Monogr. d. Trilobiten d. Ostseeprov. im Arch. für Naturk. Liv.-, Est.- u. Curl. Ser. I. Bd. II. p. 374, T. II, F. 4, 5. angeführt. Der Beyrich'sche Trilobit hat eine nach vorn verschmälerte Glabella, was nicht zu unserer Art passt, eine richtigere Deutung des Stücks vermag ich aber im Augenblick nicht zu geben. Das Nieszkowski'sche Stück habe ich auf T. VII, F. 3 nochmals abgebildet; es hat einen eckigen Vorderrand und gehört zur Subsp. *macrophthalma* des *Ch. exsul.*

Ch. ornatus ist in Schweden schon lange bekannt, bisher aber nicht vollständig dargestellt worden. Von dem zur Lovén'schen Beschreibung gehörigen Originalstück Dalman's liegt mir eine Zeichnung vor, die zur genannten Beschreibung gehört, aber nicht publicirt worden ist. Ausserdem liegt mir durch Prof. Lindström ein fast vollständiges Exemplar von Husbyfjöl vor, so dass also meine Bestimmung auf genügender Grundlage ruht.

Das Kopfschild ziemlich halbkreisförmig, flach gewölbt, mit kaum divergirenden Hörnern an den Hinterecken. Der Vorderrand in sanfter Krümmung etwas vorgewölbt, beim Uebergang in den Seitenrand kaum ausgeschweift. Die Dorsalfurchen fast parallel, gerade, nach vorn etwas auseinander weichend, stossen unter einem stumpfen Winkel mit der schmalen Stirnfurche und unter spitzem mit der tiefen und breiten Seitenrandfurche zusammen, die ihrerseits unter etwas einspringendem stumpfen Winkel mit der Stirnfurche communicirt. Die Glabella fast rectangulär, vorn in einen sanften Bogen vorspringend, flach gewölbt. Der Frontallobus oblong, in sanfter Wölbung abwärts geneigt. Die Einmündung der Seitenrandfurche in die Stirnfurche an den Vorderecken des Frontallobus weit vor der ersten Seitenfurche. Die beiden ersten Seitenfurchen parallel, fast vertical zur Dorsalfurche, gerade. Der Zwischenraum zwischen zwei gegenüberstehenden Furchen der Länge dieser Furchen ziemlich gleich. Die dritte Seitenfurche stärker nach hinten gerich-

tet, wendet sich, schwächer werdend, unter einem Bogen oder stumpfen Winkel zur Nackenfurche. Je nach dem Erhaltungszustande der Schaale und der stärkeren oder schwächeren Ausbildung der Furche erscheint der dritte Seitenlobus mehr oder weniger vollständig abgeschlossen, auf Steinkernen (T. XVI, F. 1) immer vollständig von der übrigen Glabella getrennt. Zwischenraum zwischen den beiderseitigen Endloben der Breite derselben gleich. Der Nackenring schmal, gleichbreit. Die Oberfläche der Glabella fein chagrinirt, ohne erkennbare Tuberkel.

Das Hypostoma (F. 4 b) scheint etwas breiter als bei *exsul* und *spinulosus*, zeigt aber sonst keine unterscheidenden Charaktere. Ebenso bietet das Schnauzenschild, das an dem Exemplar F. 3 erhalten ist, keine besonderen Kennzeichen dar.

Die Wangen ebenfalls flach gewölbt, nur mit dem oberen Rande der grossen Augen der Glabella an Höhe gleichkommend. Der Seitenrand ist gleichmässig gewölbt von der tiefen Seitenfurche begleitet, die ihrerseits unter spitzem Winkel mit der Occipitalfurche communicirt. Von der Mündung der ersten Seitenfurche der Glabella geht zum Auge eine ganz schwach angedeutete flache Augenwulst, die auf der Zeichnung nicht hervortritt. Das Auge selbst ist gross, gewölbt, mit halbkreisförmigem concavem Augendeckel. Sein Längendurchmesser beträgt den dritten Theil der entsprechenden Länge (Höhe) des Wangenschildes. Es liegt gegenüber dem zweiten Seitenlobus der Glabella, ragt aber mit dem Vorderrande über die zweite, mit dem Hinterrande über die dritte Seitenfurche hinaus. Die Hinterecken gehen in kurze, wenig divergirende Hörner aus, die dem Mittelleib fast parallel gehen, wie auch schon die Angelin'sche Abbildung zeigt. Die Oberfläche der Wangen ist mit feinen eingestochenen Grübchen geziert.

Die Thoraxglieder zeichnen sich durch den sehr kurzen inneren Pleurentheil aus, der nur $1/3$ der Länge des säbelförmig nach hinten geschwungenen, spitz zulaufenden äusseren Pleurentheils beträgt. Die Diagonalfurche des inneren Theils scheidet diesen in zwei stark angeschwollene hinter einander liegende längliche Tuberkel, denen ein ebenfalls stark angeschwollener Tuberkel am Grunde des äusseren Pleurentheils entspricht. In der Einschnürung der Pleuren vor dem letztgenannten Tuberkel treten die angeschwollenen hakenförmigen Enden der Randleisten der Pleuren deutlich hervor. Die Rhachisglieder des Thorax sind schmal, gleichbreit, flach gewölbt und nehmen sehr allmählig an Breite nach hinten zu ab.

Das Pygidium fehlt bei unseren Exemplaren. Auch bei den schwedischen scheint es nur unvollständig bekannt zu sein. Das erste Pleurenpaar soll, wie bei den verwandten Formen, in lange Hörner ausgehen.

Ch. ornatus zeigt einige Verwandtschaft mit der nächsten Art und mit *Ch. exsul*, für dessen Vorläufer man ihn wohl ansehen könnte.

Maasse: Unsere Exemplare sind alle sehr klein; die grösste von mir beobachtete Länge eines Kopfschildes beträgt 10 mm. Ein anderes (F. 3) zeigt 7,5 mm. Länge und

14 mm. Breite bei einer Breite der Glabella vorn von 5 mm. und hinten von 4,5 mm. Mein schwedisches Exemplar zeigt eine Länge des Kopfschildes von 11, bei einer Breite von 22 mm. Die dortigen Stücke scheinen aber noch grösser zu werden.

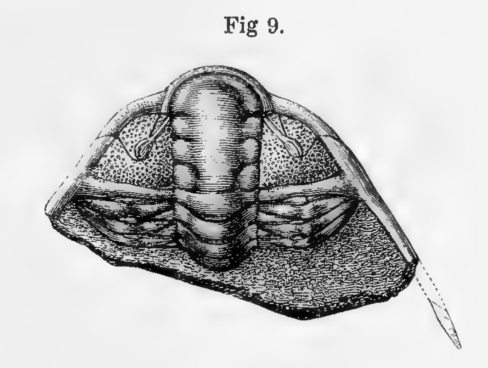
Vorkommen. Im Vaginatenkalk (B_3) und den oberen Schichten des Glauconitkalks (B_2). Aus der Umgebung von Pawlowsk in der Volborth'schen Sammlung. Aus Estland bei Reval, bei Asserien in Wierland (im Glauconitkalk) und auf Rogö (in der sandigen Schicht, die dort den Orthocerenkalk vertritt). Die letzteren Stücke im Revaler Museum. Auswärts im schwedischen Orthocerenkalk von Husbyfjöl in Ostgothland, dem Originalfundort Dalman's.

Erklärung der Abbildungen. T. VI, F. 3 a, b ein Kopfschild der Volborth'schen Sammlung; F. 4 ein Exemplar von ebendaher. Das Hypostoma 4 b fand sich auf der Unterseite des Stücks 4 a. T. XVI, F. 1 Steinkern eines Kopfschildes von Rogö (Mus. Reval).

Cheirurus ingricus n. sp. T. VI, F. 1, 2.

Diese Art ist nur in ein paar unvollständigen Exemplaren im Orthocerenkalk des Petersburger Gouvernements gefunden. Ich suchte sie anfangs mit der vorigen zu vereinigen, sah mich aber später durch eine ganze Reihe von Kennzeichen gezwungen, sie zu trennen.

Fig 9.



Cheirurus ingricus m. von Koltschanowo am Sjas.

Ch. ingricus ist viel grösser, sein Kopfschild ist fast dreieckig, da die Seitenränder fast geradlinig verlaufen. Es ist flach gewölbt, doch die Glabella bedeutend über die Wangen erhoben. Die Dorsalfurchen verlaufen anfangs gerade und etwas divergirend bis zur Einmündung der Seitenrandfurche, von hier biegen sie sich in sanfter Krümmung nach vorn und gehen in die bogenförmige Stirnfurche über, die den schmalen gerundeten Vorderrand begleitet. Die Stirnfurche trifft mit der Seitenrandfurche unter einem stark einspringenden Winkel zusammen, der von der breiten Seitenrandwulst gebildet wird. Die Glabella ist ziemlich rectangulär, vorn abgerundet, mässig gewölbt, von hinten nach vorn ansteigend bis zum Grunde des Frontallobus, der in steiler Wölbung zum Vorderrand abfällt.

Die Form des Frontallobus ist halb-elliptisch, sein Vorderrand bildet einen fortlaufenden Bogen, den Hinterrand die ersten Seitenfurchen der Glabella, die wie die ihr parallelen zweiten und dritten Furchen nur wenig nach hinten gezogen sind. Der Längenerstreckung nach übertrifft der Frontallobus nur wenig die 3 hinteren Loben. Die erste Seitenfurche der Glabella mündet in die Dorsalfurche genau gegenüber der Einmündung der Seitenrandfurche (in F. 1 b richtig, in 1 a nicht genau). Die Entfernung der ersten Seitenloben von einander beträgt fast das Doppelte ihrer Breite; die letzten Seitenloben stehen nur um wenig mehr als ihre eigne Breite von einander ab. Die dritte Seitenfurche krümmt sich am Ende etwas stärker nach hinten, erreicht aber bei erhaltener Schaale die Nackenfurche nicht. Der Nackenring wölbt sich nach hinten etwas vor und bedeckt den nächsten Rhachisring des Thorax zum Theil, ohne jedoch so ausgesprochen schildförmig zu werden wie bei *C. exsul.* Die Oberfläche der Glabella ist ganz fein chagrinirt.

Die Wangen sind flach gewölbt, von dreieckiger Form, an den Hinterecken in stark divergirende Hörner ausgehend, die uns nur an ihrem Grunde (doch s. d. Holzschnitt) erhalten sind. Die breite Seitenrandwulst ist abwärts zum Umschlag gewandt, und hier etwas flach gedrückt, trittdaher bei der Profilansicht nicht hervor und lässt den Seitenrand fast geradlinig erscheinen. Das kleine Auge befindet sich etwa in der Mitte des Wangenschildes; es liegt gegenüber dem zweiten Seitenlobus. Sein Längsdurchmesser beträgt nur den 5ten Theil der entsprechenden Längenerstreckung oder der Höhe des Wangenschildes. Sein Sehfeld ist deutlich facettirt. Von der ersten Seitenfurche der Glabella geht eine scharf ausgeprägte schmale Augenwulst zum Auge. Die Oberfläche der Wangen ist mit deutlichen, ziemlich entfernt stehenden eingedrückten Punkten besetzt.

Am Thorax sind die Rhachisglieder, entsprechend dem Nackenring, ebenfalls etwas nach hinten vorgewölbt; an den Pleuren ist der innere Theil bedeutend länger als bei *C. ornatus*; er beträgt ungefähr die Hälfte des lancettförmigen äusseren Theils; auch die beiden Abtheilungen des inneren Pleurentheils, die durch die Diagonalfurche geschieden werden, sind bedeutend flacher und nicht tuberkelartig angeschwollen. Die hakenförmigen Enden der Randleisten (Fulcraltuberkel bei Salter) sind deutlich.

Das Pygidium unbekannt.

Maasse: Unser bestes Exemplar zeigt eine Länge des Kopfschildes von 17 mm., bei einer Breite von 33 mm. und einer Breite der Glabella vorn von 12, und hinten 10 mm.

Vorkommen. Es sind bisher nur wenige Exemplare gefunden, von denen ich das Eine, vollständigere, im Orthocerenkalk, an der oberen Gränze des Glauconitkalks, im Steinbruch von Iswos am Wolchow gefunden habe, ein zweites (wohl aus der Umgegend von Pawlowsk) befindet sich in der Pander'schen Sammlung, ein drittes wurde von Hrn. Wenjukow (im Holzschnitt 9 abgebildet) bei Koltschanowo am Sjas gefunden. Ausserdem noch ein paar Bruchstücke in der Volborth'schen Sammlung.

Erklärung der Abbildungen. T. VI, F. 1 ein Exemplar von Iswos; F. 2 aus der Pander'schen Sammlung im Bergmuseum.

Cheirurus exsul T. VI, F. 5—15, 17. T. VII, F. 1—5. T. XI, F. 19, 20. T. XII, F. 25, 26. T. XVI, F. 2, 3, 4.

1843. *Metopias* sp. Eichwald, neuer Beitr. zur Geognos. Estl. in Baer u. Helmersen: Beitr. zur Kenntn. Russl. Bd. 8. p. 61. T. 3, F. 20 (ein Randschild).
1846. *Cheirurus exsul* Beyr. Untersuchung über Trilob. II, p. 3. T. 4, F. 6.
1854. — — Ang. Pal. scand. p. 31. T. 21, F. 2. T. 39, F. 18.
1854. — *macrophthalmus* Kut. Verh. d. mineral. Gesellsch. p. 123. T. 3, F. 2.
1857. — *exsul* Nieszk. Monogr. Trilob. d. Ostseeprov. l. c. p. 592.
1858. — *macrophthalmus* Hoffm. Verh. d. mineral. Gesellsch. p. 27. T. I, F. 9 (Kopie nach Kutorga).
1859. — *ornatus* Nieszk. Zusätze z. Monogr. d. Trilob. d. Ostseepr. Archiv für Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. Sér. I. Bd. II. p. 374. T. II, F. 4, 5 (mala).'
1859. — *exsul* Nieszk. l. c. T. II, F. 10, 11.
1859. — sp. Nieszk. l. c. p. 375. T. I, F. 18.
1860. *Ceraurus exsul* Eichw. Leth. ross. p. 1396.
1860. — *macrophthalmus* Eichw. l. c. p. 1397. T. LIV, F. 20.
1860. — *gladiator* Eichw. l. c. p. 1392. T. LIV, F. 18 a, b.

Im Vorstehenden haben wir drei bisherige *Cheirurus*-Arten, *C. exsul* Beyr., *macrophthalmus* Kut. und *gladiator* Eichw., unter Einem Namen zusammengefasst, da unser reiches Material eine vollständige specifische Trennung nicht mehr erlaubte. Alle drei Formen gehören einem und demselben geologischen Niveau, dem Echinosphaeritenkalk, an, und sind durch mancherlei Uebergänge mit einander verbunden, so dass wir sie jetzt nur als Subspecies betrachten können. Der typische *C. exsul* findet sich in unserem ganzen Gebiet, die Subspec. *macrophthalma* vorzugsweise im Osten, im Petersburger Gouvernement, und *gladiator* bei Reval und westlich davon bis Odensholm.

Im Nachstehenden werden wir zuerst die typische Form, den *C. exsul* Beyr., ausführlicher behandeln, wozu uns namentlich das schöne Material, das Hr. General Plautin nebst Frau Gemahlin bei Gostilizy gesammelt haben, veranlasst, und dann die beiden andern Unterararten kürzer und vergleichend behandeln. Von unseren Abbildungen gehören zur Hauptform T. VI, F. 5—10, T. XI, F. 20, T. XII, F. 25, 26, T. XVI, F. 2, 3. Unsere Art wurde zuerst von Beyrich 1846 aufgestellt und nach einem ziemlich vollständigen (ohne Randschilder) Kopfschild ausführlich beschrieben. Ein Randschild hatte Eichwald schon früher (1843) in den Beiträgen z. Kenntniss Russands, T. 3 F. 20 abgebildet, ohne ihm jedoch eine richtige Deutung geben zu können. Die späteren Autoren, Angelin und Nieszkowski haben die Beyrich'sche Darstellung nicht vervollständigt, von Eichwald gar nicht zu reden, der unter *C. exsul* allerlei nicht Hingehöriges zusammenwirft. Die Angelin'sche Darstellung T. 21, F. 18 ist ziemlich roh, er giebt nur eine Glabella, die auffallender Weise den Nackenring nicht nach hinten erweitert zeigt, wie es bei der typischen Form der Fall sein muss; T. XXXIX, F. 18 ist besser, zeigt aber auffallender Weise ebenfalls den Nackenring nicht nach hinten erweitert; Nieszkowski hat in den Zusätzen

zu seiner Monographie d. Trilobiten d. Ostseeprovinzen eine Glabella auf T. II, F. 10, 11 ganz richtig abgebildet; er vergleicht sie mit einer andern Glabella von Odensholm, auf derselben Tafel F. 9, die ich jetzt geneigt bin für einen Vorläufer des hauptsächlich einem höheren Niveau (C_2) angehörigen *Ch. spinulosus* Nieszk. zu halten. Im Echinosphaeritenkalk, namentlich von Odensholm, haben sich übrigens auch andere Brandschiefer- (C_2) Formen gefunden, wie *C.* (*Nieszkowskia*) *cephaloceros* und *variolaris.*

Wie ich schon oben erwähnte, bin ich gegenwärtig durch die Plautin'schen Sammlammlungen von Gostilizy, sowie auch durch eigene Materialien von Dubowiki am Wolchow und von Karrol in Estland, in den Stand gesetzt, die typische Form des *Ch. exsul* recht vollständig zu beschreiben. Ganz fehlerfreie vollständige Exemplare sind allerdings noch nicht vorhanden, aber immerhin ist jetzt keine Lücke mehr fühlbar.

Die Gestalt des ganzen Trilobiten ist länglich eiförmig. Die Länge des Kopfschildes ist etwa $3^1/_2$ mal in der ganzen Länge enthalten, wenn man bis zur Spitze der Rhachis des Pygidiums rechnet; rechnet man bis zum Ende der langen Pleurenspitzen des ersten Gliedes, so kommt mehr als 4 mal heraus. Der Mittelleib ist wenig länger als breit. Das Kopfschild bei den estländischen Exemplaren etwas mehr, bei den Petersburger etwas weniger als zweinmal so breit wie lang, da bei den letzteren der Seitenrand steiler nach den Hinterecken gerichtet zu sein pflegt. Die allgemeine Form des Kopfschildes ist halbkreisförmig, flach gewölbt. Der Vorderrand ist in der Mitte vor dem Frontallobus gerade, zu beiden Seiten desselben ausgeschweift und geht dann in regelmässiger Krümmung in den Seitenrand über, um an den Hinterecken in lange, divergirende, spitze und schmale Hörner auszugehen, die bis etwa über das dritte Leibesglied hinausreichen. Die mässig tiefen Dorsalfurchen divergiren etwas nach vorn und gehen an den Seiten des Frontallobus der Glabella in die Seitenfurchen über. Ebenfalls an den Seiten des Frontallobus mündet die in ihrem Verlauf dem Vorder- oder Stirnrande entsprechende flache und schmale Stirnfurche in die Dorsalfurche und zeigt hier an der Berührungsstelle der drei Furchen eine tiefe Grube (T. XVI, F. 3), die besonders auf Steinkernen deutlich ist und einem inneren Schaalenvorsprung entspricht, der sich an die Ohrenfortsätze des Hypostoma anlegt. Die Stirnfurche ist in der Mitte gerade, an den Seiten unter stumpfem Winkel zurückgebrochen. Der Stirnsaum bildet eine schmale Wulst, die sich nach den Seiten beträchtlich erweitert. Die Glabella ist ziemlich rectangulär, vorn etwas breiter als hinten; sie ist im Allgemeinen flach und steigt allmählig von vorn nach hinten an. Der Frontallobus ist trapezoidal, sanft nach vorn geneigt, übertrifft in der Längenausdehnung etwas die übrigen Loben, die in dieser Richtung ziemlich gleich unter einander sind. Die ersten beiden Seitenfurchen sind schmal, gehen von ihrem Ursprunge zuerst etwas nach vorn und biegen sich dann in sanftem Bogen etwas rückwärts bis zur Einmündung in die Dorsalfurche. Die Loben sind ungefähr ebenso breit wie lang und von den entsprechenden Loben der Gegenseite um das Anderthalbfache ihrer eignen Breite entfernt. Die dritte Seitenfurche ist breiter und tiefer, nur wenig stärker als die beiden vorderen nach hinten gerichtet; sie biegt sich fast unter

rechtem Winkel nach hinten um und erreicht in dieser Fortsetzung den Nackenring; die Fortsetzung ist aber, wie bei den meisten Cheiruren, viel seichter, und kann, wie auch Beyrich gethan hat, hier und bei verwandten Arten als besondere seichte Furche angesehen werden, die der Dorsalfurche parallel läuft und die Seitenfurchen der Glabella an ihrer Ursprungsstelle berührt; diese Auffassung könnte auch darin eine Stütze finden, dass man bisweilen bei Steinkernen eine leicht angedeutete Fortsetzung dieser Furche (T. VI, F. 11 a) auch über dem Grunde der vorderen Seitenloben erkennen kann. Der Form nach ist der Basallobus bald mehr quadratisch, bald eiförmig, je nach der grösseren oder geringeren Stärke der dritten Seitenfurche; in letzterem Falle pflegt er gewölbter zu sein und auf der Innenseite einen vorragenden Tuberkel zu tragen, wodurch er sich schon der Subspec. *macrophthalma* nähert. Der Mitteltheil der Glabella fällt zum Nackenring vertical ab. Die Oberfläche der Glabella ist fein chagrinirt und ausserdem mit zerstreuten runden Tuberkeln bedeckt, die bisweilen fast ganz fehlen, und dadurch Annäherungen an die beiden nahe verwandten Formen hervorbringen.

Der Nackenring ist für unsere Art besonders charakteristisch; er erhebt sich nach hinten schildförmig, so dass er die angränzende Rhachis des ersten Leibesgliedes zur Hälfte verdeckt, zugleich bildet sein Hinterrand den höchsten Punkt des Kopfschildes; er ist entweder abgerundet oder häufiger abgestutzt, so dass der Nackenring eine nach hinten verjüngte Trapezform annimmt (T. III, F. 25), oder er geht sogar in einen kurzen Dorn aus (T. XI, F. 20. T. XVI, F. 3).

Die Wangen sind flach gewölbt, erreichen erst mit dem oberen Rande der Augen die Höhe der Glabella; ihre Form ist dreiseitig, vorn stark vorgewölbt durch den breiten Seitenrand; der Hinterrand ist auch etwas gewölbt und zeigt einen deutlichen Eindruck an der inneren Seite (T. VI, F. 7), wo die hakenförmigen Enden der Randleiste sich befinden. Die Augen sind mässig hoch, der dritten Seitenfurche gegenüber, in geringer Entfernung von der Dorsalfurche, die der halben Breite der Glabella noch nicht gleichkommt; der Augendeckel oval gerundet, schräg ansteigend, mit concaver Oberfläche. Der vordere Zweig der Gesichtslinie geht vom Auge fast vertical nach vorn, parallel der Dorsalfurche, bis sie die Seitenfurche schneidet; von hier wendet er sich unter stumpfem Winkel nach vorn und durchschneidet den Randsaum in paralleler Richtung mit dem zurückgebrochenen Theil der Stirnfurche; kurz vor der Vorderecke theilt er sich in zwei Zweige, der eine ist kurz, verläuft schräg nach vorn auf dem Umschlag und bildet die seitliche Begränzung des Schnauzenschildes; der andere parallel der Stirnfurche auf dem Vorderrande und bildet die hintere Gränze des genannten Schildes. Der hintere Zweig der Gesichtslinie springt vom Augengrunde in einem Bogen stark nach vorn vor, bis zur Seitenrandfurche, alsdann durchschneidet er den Seitenrand in schräger Richtung nach hinten und mündet kurz vor Beginn der Hintereckenhörner. Die Einfügung des Randschildes an die Occipitalflügel mit dem vorspringenden inneren Umschlag sieht man T. XII, F. 25 links. Die Augenwulst ist deutlich markirt, sie zieht sich von der Einmündung der ersten Seitenfurche der Glabella in

die Dorsalfurche bis zum Vorderrande des Augendeckels, und ist dem entsprechend unter sehr spitzem Winkel zur Dorsalfurche nach hinten gerichtet. Das Randschild bildet einen Kreisausschnitt mit innerem spitzen Winkel; sein Randsaum bildet entsprechend dem Verlauf der Gesichtsnath spitze Vorsprünge nach vorn und hinten. Von allen verwandten Arten springt der innere Theil des Randschildes bei unserer am tiefsten in das Wangenschild hinein, was durch die stark nach hinten und in die Nähe der Dorsalfurche gerückte Lage der Augen bedingt ist. Ein isolirtes Randschild unserer Art ist schon vor Aufstellung derselben von Eichwald im Jahre 1843 ohne Namen abgebildet worden (s. oben). Die Oberfläche der Wangen innerhalb der Seiten-, Dorsal- und Occipitalfurche ist mit deutlichen eingedrückten Grübchen bedeckt, zwischen denen sich unregelmässige, stumpfe und spitze Erhöhungen finden (T. VI, F. 5 a, 6 a, 7), die nur selten zu deutlich markirten Tuberkeln werden. Ausserdem die ganze Oberfläche der Wangen wie der Glabella fein chagrinirt, wie auf T. VI, F. 7 zu sehen.

Das Schnauzenschild (T. VII, F. 1 a—c) ist vorzüglich an einigen Exemplaren der Subsp. *macrophthalma* zu sehen; es ist von länglicher Form, gewölbt, und befindet sich zum grössten Theil auf dem vorderen Umschlag des Kopfschildes; nur sein oberer Rand nimmt am Vorderrande desselben Theil; dieser obere Rand ist bisweilen an jeder Seite in einen kurzen Zahn ausgezogen, wie das in noch stärkerem Maassstabe bei *C. affinis* und *clavifrons* vorkommt. An den nämlichen Exemplaren der Subsp. *macrophthalma*, an denen das Schnauzenschild gut zu sehen war, finden wir auch meist das Hypostoma (T. VII, F. 1 c, 2) erhalten. Wir kennen es auch von der Hauptform (T. VI, F. 9) und überzeugen uns, dass keine Verschiedenheit vorliegt, so dass wir uns an einer einmaligen Beschreibung genügen lassen können. Der Umriss des Hypostoma ist eiförmig, der Mitteltheil hoch gewölbt, glatt oder zerstreut tuberkulirt, nahe der Spitze mit einem schrägen, länglichen Eindruck jederseits. Der aufgeworfene Rand ist am Grunde zu Ohren erweitert, von deren Aussenseite eine schmale Kante am Umschlag schräg nach vorn geht (F. 2). Der Umschlag schlägt sich scharf um und lässt sich um die ganze Spitze verfolgen. Die Flügel am Grunde des Hypostoma, vom Mitteltheil getrennt und nach aufwärts gewandt, sind viereckig, mit vorgezogener Spitze und lassen auf ihrer Oberfläche einen rundlichen, tiefen Eindruck erkennen.

Die Leibesglieder zeigen eine stark gewölbte Rhachis und flacher gewölbte Pleuren, deren Länge fast doppelt so gross als die Breite der Rhachis ist. Die vorderen Rhachisglieder (T. XVI, F. 2) sind ebenso wie der Nackenring nach hinten vorgewölbt, bisweilen fast dreieckig (T. VII, F. 4), und lagern sich schuppenförmig übereinander; dem entsprechend ist bei den meisten Exemplaren dieser vorragende Theil der Rhachisglieder abgebrochen; nach hinten zu werden diese Glieder schmäler. Die Pleuren bestehen aus einem äusseren und einem inneren Theil. Der innere Theil ist zwei- bis dreimal kürzer als der äussere und durch eine schwache Einschnürung von demselben getrennt; er ist von rectangulärer bis fast quadratischer Form und durch eine tiefe diagonale Furche in zwei rechtwinklige Dreieckhälften getrennt, die jede im Grunde des rechten Winkels mehr oder weniger

tuberkelartig angeschwollen sind; am Vorder- und Hinterrande verläuft eine schmale Leiste, die in der Einschnürung mit einer stumpfen hakenartigen Erweiterung endet. Zwei entsprechende Hakenenden berühren sich in der Einschnürungsstelle zwischen den Gliedern und füllen die Lücke aus, die durch die Einschnürung im Hautskelett hervorgebracht wird; der vordere Haken (T. VI, F. 5a, 8) ragt etwas über den hinteren herüber. Der Aussentheil ist lanzettlich, am Grunde ebenfalls tuberkelartig angeschwollen; von der Anschwellung verläuft eine schwache Kante zur Spitze (T. XVI, F. 2). Die Spitze ist bei den vorderen Gliedern nur wenig, bei den hinteren (die nämliche Figur 2) stärker nach hinten gebogen, so dass sie von Aussen gesehen fast knieförmig gebrochen erscheint. Die Unterseite der rings geschlossenen Aussentheile ist flach, die schmale Oeffnung derselben ist von einer flachen, zur Dorsalfurche concaven Wulst begränzt, wie im Abdruck auf T. VI, F. 5a zu erkennen ist. S. auch T. VII, F. 15. Die Aussentheile der Pleuren erscheinen am Vorder- und Hinterrande durch Reihen von ganz feinen Tuberkeln wie fein gezähnt; sie schieben sich auch bei eingerollten Exemplaren nie übereinander, sondern berühren sich nur. Bei ausgestreckten Stücken divergiren die Spitzen.

Das Pygidium (T. VI, F. 10. T. XII, F. 26. T. XVI, F. 2) besteht aus vier Gliedern. Die Rhachis ist dreieckig, hoch gewölbt, die Seitentheile ziemlich flach. Die Rhachisglieder nehmen an Breite schnell von vorn nach hinten ab. Das vorderste Glied springt zu einer hohen stumpfen Kante vor, wie die Rhachis der Leibesglieder, und ist daher meist wie diese oben abgebrochen. Das zweite und dritte Glied sind flacher gerundet, das vierte bildet einen flachen Tuberkel, der sich nach hinten verliert und bisweilen in eine erkennbare kurze feine Spitze ausgeht, die sich zwischen die freien Pleurenenden des dritten Gliedes einschiebt. Die Pleuren des ersten Pygidiumgliedes zeigen am Grunde zwei runde Tuberkel mit einer Längsfurche dazwischen, entsprechend der Diagonalfurche des inneren Pleurentheils der Leibesglieder. Der Vorderrand zeigt eine gerade Leiste mit einem stumpfen Vorsprung jederseits (T. XII, F. 26), der sich an den Hakenvorsprung des letzten Leibesgliedes anlegt. Die Aussentheile der ersten Pleuren laufen in lange, flache, gewölbte, zuweilen mit einer erkennbaren stumpfen Kante (T. VI, F. 10), wie bei den Leibesgliedern, versehene spitze Hörner aus, die anfangs etwas divergiren, nach den Spitzen zu aber wieder in einem flachen Bogen sich nähern (T. VI, F. 10). Die zweiten und dritten Pleuren sind am Grunde einfach tuberkelartig angeschwollen, durch schwache Längsfurchen getrennt und laufen an ihren freien Enden in breit lanzettliche, ziemlich gleichlange schwach gewölbte Spitzen aus, von denen die des dritten Gliedes nur wenig über die des zweiten hervorragen. Die Spitzen können ziemlich scharf (T. XVI, F. 2) oder auch abgestumpft und obliterirt sein (T. XII, F. 26); sie erreichen nie die Länge der Rhachis des Pygidiums, während diese von den selten vollständig erhaltenen freien Enden des ersten Gliedes wenigstens 4 mal übertroffen wird. Die Oberfläche des Pygidiums wie der Leibesglieder zeigt nie grössere zerstreute Tuberkel wie die Glabella; sie ist fein chagrinirt, oder doch nur ganz fein (unter der Loupe erkennbar) zerstreut tuberkulirt.

Innerhalb der Subspec. *Ch. exsul* lassen sich noch verschiedene Variationen erkennen, die namentlich unter den mir am zahlreichsten vorliegenden ingermanländischen Exemplaren nach der Subsp. *macrophthalma* hinneigen. Die Glabella wird glatter, von den Seiten nach der Mitte stärker gewölbt; die Basalloben beginnen sich am Grunde tuberkelartig zu erheben und die Oberfläche der Wangen verliert jede Spur von Erhabenheiten zwischen den Gruben. Gegenüber *C. gladiator* sind im westlichen Estland auch Zwischenformen bemerkbar, die in steilerer Neigung des Frontallobus als die übrigen Glabella und in stärkerem Divergiren der vorderen Zweige der Gesichtslinie, sowie dem entsprechend der Augenwülste bestehen.

Schon oben erwähnte ich einer Glabella von Odensholm (T. VI, F. 16), die schon Nieszkowski besprochen hat, die durch ihre Wölbung und die stark divergirenden Augenwülste sich *Ch. spinulosus* Nieszk. nähert, während die tiefer einschneidenden bogig gekrümmten Seitenfurchen noch den Charakter von *Ch. exsul* zeigen. Der unvollständig erhaltene Nackenring scheint kaum nach hinten vorzuspringen. Wir glauben nicht zu irren, wenn wir hier eine beginnende Mutation von *Ch. exsul* zu *spinulosus* zu erkennen glauben. Ein anderes derartiges Stück ist vielleicht das Pygidium aus dem Echinosphaeritenkalk von Erras, auf das Nieszkowski zuerst (Vers. einer Monogr. T. I, F. 13) seine Art *C. spinulosus* aufstellte. Hier sind die Pleurenenden des zweiten und dritten Gliedes zwar schon pfriemenartig zugespitzt, aber noch gleich lang, während die des dritten Gliedes bei der typischen Form im Brandschiefer die des zweiten wenigstens um das Doppelte übertreffen.

Maasse:	des Kopfschildes		der Glabella			des Pygidiums	
Ganze Länge bis z. Rhachisende d. Pygidiums.	Länge.	Breite.	Länge.	Breite: vorn.	Breite: hinten.	Länge bis z. Endsp. d. 4ten Gliedes.	Breite am Grunde.
82 mm.	25 mm.	45 mm.	18 mm.	15 mm.	13 mm.	13 mm.	19 mm.
106 »	29 »	—	23 »	20 »	18 »	—	—
—	28 »	62 »	20,5 »	18 »	16 »	—	—
—	26 »	—	20 »	15 »	13 »	—	—
—	—	—	19 »	16 »	14 »	—	—
—	31 »	—	23 »	20 »	17 »	—	—
—	28 »	58 »	20 »	18 »	17 »	—	—
—	25 »	50 »	19 »	16,5 »	13,5 »	—	—
—	19 »	—	15 »	13 »	12 »	—	—
—	—	—	—	—	—	13 mm.	23,5 mm.
—	—	—	—	—	—	11 »	21,5 »
—	—	—	—	—	—	8 »	16 »

Vorkommen. Im Echinosphaeritenkalk (C_1), besonders in dessen unterem Theil, durch das ganze Gebiet. In Ingermanland am Wolchow bei Dubowiki, in der Umgebung von Pawlowsk (Coll. Volb.), besonders reichliche und schöne Exemplare bei Gostilizy von

Plautin gesammelt. In Estland am häufigsten in einem kleinen Steinbruch bei Ari unter Karrol (Mus. Reval), gleich über dem Vaginatenkalk, ferner (meist in Glabellen) bei Kandel, Ontika, am Jeglechtschen Wasserfall, bei Reval, auf Rogö und Odensholm. Als Geschiebe bei Munnalas. Auswärts anstehend im gleichen Niveau auf Oeland und in Dalarne; als Geschiebe auf den Alandsinseln und zerstreut in der norddeutschen Ebene, besonders in Mecklenburg, von wo auch das erste Exemplar beschrieben ist.

Erklärung der Abbildungen. T. VI, F. 5 a, b ein Kopfschild mit einem Theil des Thorax, als Geschiebe auf den Alandsinseln von Prof. Moberg gefunden, gegenwärtig im Revaler Museum; F. 6 a, b Theil eines Kopfschildes von Ari bei Karrol (Mus. Reval); F. 7 ein Theil desselben vergrössert; F. 8 von Dubowiki am Wolchow (Mus. Akadem.); F. 9 Hypostoma eines grossen Exemplars, als Geschiebe bei Munnalas in Estland gefunden, im Mus. Reval; F. 10 Pygidium von Ari (Mus. Reval); T. XI, F. 20 Seitenansicht vom Mittheil eines Kopfschildes, dessen Nackenring in ein Horn ausgezogen ist, von Gostilizy (Mus. Academ.); T. XII, F. 25 Mittelschild des Kopfes und zugehöriges Randschild, das die Einfügungsstelle am Randumschlag erkennen lässt, von Gostilizy (Coll. Plautin); F. 26 Pygidium ebendaher; T. XVI, F. 2 ein fast vollständiges Exemplar von Gostilizy (Coll. Plautin); F. 3 Mitteltheil eines Kopfschildes mit zu einem Horn vorgezogenen Nackenring, ebendaher.

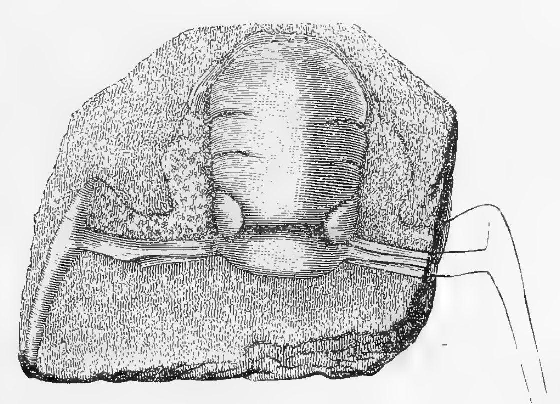
Subsp. *Cheirurus cf. macrophthalmus* Kut. T. VII, F. 1 — 5. T. XVI, F. 4.

1854. *Cheirurus macrophthalmus* Kut. Verh. d. min. Gesellsch. p. 123. T. III, F. 2.
1857. — — Hoffm. Verh. d. min. Gesellsch. p. 27. T. I, F. 9 (Cop. n. Kut.),
1859. — *ornatus* Nieszk. Zus. l. c. p. 374. T. II, F. 4, 5.
1860. *Ceraurus macrophthalmus* Eichw. Leth. ross. p. 1397 (ex pt.).

Uns liegt eine ganz bestimmte Form vor, die in der Umgebung von St. Petersburg nicht selten ist; ob wir es aber mit dem ächten *C. macrophthalmus* Kut. zu thun haben,



Fig. 10.



Cheirurus macrophthalmus Kut.? von Gostilizy (Coll. Plautin).

bleibt zweifelhaft, da das Kutorga'sche Original-Exemplar verloren gegangen ist, und weder die Beschreibung, noch die Abbildung, die, wie auch sonst bisweilen bei Kutorga, auch nicht ganz mit einander stimmen, vollständig auf unsere Stücke passen. Die gewölbten Glabellen und Wangen, der Mangel an Erhabenheiten auf den letzteren, die mehr als durchschnittlich beim ächten *C. exsul* der Achse parallel gerichteten Wangenhörner, sowie die schuppenförmig angeordneten, nach hinten vorgezogenen Spindelringe des Mittelleibes stimmen gut zur Kutorga'schen Darstellung; weniger die Darstellung der Seitenfurchen der Glabella, die bei Kutorga kurz und tief genannt werden, während die vorderen, wenigstens bei unseren Stücken, verhältnissmässig sehr fein erscheinen. Es kommen übrigens isolirte Glabellen vor, wie die von Nieszkowski (s. oben) als *C. ornatus* abgebildete, die in allen Stücken der Kutorga'schen Darstellung entsprechen.

Kutorga giebt l. c. p. 124 folgende Unterschiede seiner Art von *Ch. exsul* an: «Das Kopfschild unterscheidet sich a) durch seine geringe Breite, b) durch den Mangel grosser Wärzchen an der Glabella und an den Wangen, c) durch sehr grobe Wangengrübchen (beim *Ch. exsul* sind sie äusserst fein), wodurch die Wangen wie runzlig erscheinen, d) durch die sehr hohe Wölbung der Wangen, e) durch eine weit schroffere bogenförmige Biegung der Seitentheile des Randwulstes, wodurch seine Hintereck-Hörner der Längenachse des Körpers parallel gerichtet waren, beim *Ch. exsul* aber vom Körper abwärts standen.»

Hierzu haben wir Folgendes zu bemerken: Zu a: die geringere Breite hängt mit dem unter e) erwähnten Charakter zusammen: wir haben schon oben unter *Ch. exsul* angeführt, dass auch der ächte *exsul* in der Umgebung von St. Petersburg häufig schmälere Kopfschilder und steiler nach hinten gerichtete Wangenhörner hat. Zu b: ein zutreffender Charakter: es finden sich aber mancherlei Uebergänge in der Tuberkulirung. Zu c: der angegebene Unterschied stimmt nicht, da die Wangengrübchen bei *exsul* genau ebenso grob sind wie bei *macrophthalmus*, es fehlen eben nur die Erhabenheiten oder Tuberkel dazwischen. Zu d: in der höheren Wölbung der Wangen und zugleich der Glabella, in der diese Wölbung längs der Mittellinie verläuft, sehe ich den wichtigsten Unterschied beider Formen; durch die stärkere Wölbung erscheint die Glabella auch verhältnissmässig schmäler. Der Frontallobus ist meist allmählig nach vorn abgedacht, bisweilen aber steiler abwärts gewölbt, so dass bei einzelnen Glabellen Zweifel bleiben, ob wir es mit *Ch. macrophthalmus* oder *ingricus* m. zu thun haben. Hiermit wären auch die Unterschiede am Kopfschilde erschöpft, wir verweisen nur noch auf die kurze Charakteristik in der Unterscheidungstabelle der Arten. Der Rumpf mit den nach hinten erweiterten und schuppig übereinander liegenden Rhachisgliedern ist bei beiden Subsp. ganz gleichartig gebildet.

Mit dem Pygidium sind wir in einer eigenthümlichen Lage, da hier die Kutorga'sche Beschreibung und Abbildung nicht stimmen. Kutorga sagt: «Die zwei ersten Ringe des Pygidiums haben lange, breite, nach aussen gerichtete Schwanzpleuren; der dritte Ring hat nur ganz kurze schmale, nach der Spindel gerichtete, fast rudimentäre Pleuren; der Endring hat ebenfalls eine noch mehr rudimentäre Andeutung des vierten Schwanzpleurenpaars.»

Auf der Abbildung sind 4 Pleurenpaare und noch ein rudimentäres Endglied gezeichnet, also jedenfalls wohl zu viel. Die ersten beiden Pleurenspitzen sind kurz und breitspitzig — sehr wahrscheinlich das erste abgebrochen und unrichtig ergänzt. Das dritte Paar Pleurenspitzen ist kurz, nach hinten gerichtet, die übrigen drei Spitzen rudimentär. Mir liegen zwei Pygidien, die unter einander übereinstimmen vor, und die ich zu unserer Subsp. bringen möchte, da in der betreffenden Schicht (C_1) in der Umgegend St. Petersburgs, von wo sie beide herstammen, keine weitere *Cheirurus*-Art vorkommt. Das erste Stück aus der Umgebung von Pawlowsk habe ich T. VII, F. 5 abgebildet; fälschlich habe ich die Pleurenspitzen des ersten Gliedes nach Kutorga's Zeichnung ergänzt; sie sind gewiss viel länger, wie auch das andere Stück, T. XVI, F. 4, von Gostilizy, zeigt. Die Rhachis stimmt mit der von *Ch. exsul* genau überein; die langen divergirenden Spitzen des ersten Pleurenpaares sind stärker gewölbt, die des zweiten und dritten ganz kurz und spitz, nicht flach und breit-lanzettlich wie bei *exsul*; die Spitze des vierten Gliedes stumpf, rudimentär.

Nach diesen beiden übereinstimmenden Pygidien könnte man einen schärferen specifischen Unterschied der beiden Subspecies annehmen; aber sie sind eben isolirt gefunden und weitere Schlüsse nicht zulässig. Da das Exemplar von Gostilizy aus einer etwas tieferen Schicht des Echinosphaeritenkalks stammt, so wäre es immerhin möglich, dass wir es hier mit dem Pygidium von *Ch. ornatus* oder *ingricus* zu thun haben. Das Pygidium von *Ch. ornatus* in der unpublicirten Lovèn'schen Abbildung zeigt ebenfalls ganz kurze Spitzen innerhalb der beiden langen, fast cylindrischen ersten Pleurenspitzen.

Eichwald wiederholt bei seinem *C. macrophthalmus* nur ganz kurz die Kutorga'sche Charakteristik, bringt aber hierher noch ein Exemplar aus Reval, das er T. 54, F. 20 abbildet, das augenscheinlich zu seinem *Ch. gladiator* gehört. Der Nieszkowski'sche *Ch. ornatus* von Malla gehört sicher zu unserem *macrophthalmus*, da die Glabella längs der Mittellinie gewölbt und nicht flach ist, wie bei *ornatus*, bei dem nur der Frontallobus ziemlich steil nach vorn abfällt, und da auch die Sculptur der Wangen gut zu *macrophthalmus* stimmt.

Maasse: des Kopfschildes der Glabella

des Kopfschildes Breite.	des Kopfschildes Länge.	der Glabella Breite: vorn.	der Glabella Breite: hinten.	der Glabella Länge.	
55 mm.	34 mm.	19,5 mm.	17 mm.	26 mm.	
—	26 »	17,5 »	15,5 »	19 »	(T. VII, F. 1, mehr *exsul* ähnl.)
—	24 »	14 »	11 »	19 »	(scheint seitlich gequetscht)
—	27 »	17 »	15 »	20,5 »	(v. Jaggowalschen Wasserfall)
—	16 »	10 »	8,5 »	12,5 »	(von Kongla bei Malla)

Vorkommen. Nicht selten, aber, stets unvollständig in der Echinosphaeritenschicht des Petersburger Gouvernements. Am Wolchow bei Dubowiki, in der Umgebung von Pawlowsk (in verschiedenen Sammlungen) und bei Gostilizy (Coll. Plautin). Das Kutorga'sche Original stammte von Koporje. In Estland in der nämlichen Schicht in etwas abweichender

Form zwei Exemplare gefunden, das eine bei Kongla unter Malla (Mus. Dorpat) das andere am Jaggowalschen Wasserfall (Mus. Reval). Im Auslande nicht bekannt.

Erklärung der Abbildungen. T. VII, F. 1 a, b, c ein unvollständiges Kopfschild der Volborth'schen Sammlung, aus der Umgebung von Pawlowsk, an dem die Augen, das Schnauzenschild und das Hypostoma gut zu sehen sind; F. 2 Hypostoma eines anderen Exemplars ebendaher (dieses Hypostoma schon bei *Ch. exsul* besprochen); F. 3 a, b Glabella von Kongla bei Malla, schon von Nieszkowski als *Ch. ornatus* (s. oben) beschrieben und abgebildet, aus dem Museum des Dorpater Naturforschervereins; F. 4 Leibesglieder von Dubowiki am Wolchow, die aber eben so gut zum häufigeren *Ch. exsul* gehören können. F. 5 unvollständiges Pygidium der Umgebung von Pawlowsk (Coll. Volborth), die Pleuren des ersten Gliedes zu kurz ergänzt. T. XVI, F. 4 Pygidium von Gostilizy (C_1) aus der Plautin'schen Sammlung. Die Bestimmung der Pygidien noch nicht zweifellos.

Subsp. *Cheirurus gladiator* Eichw. T. VI, F. 11—15, 17. T. XI, F. 19.

1857. *Ceraurus gladiator* Eichw. Bull. de Mosc. p. 209.
1859. *Cheirurus* sp. Nieszk. Zusätze z. Monogr. d. Trilob. d. Ostseepr. im Archiv für Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. Ser. I. Bd. II, p. 375. T. I, F. 18.
1860. *Ceraurus gladiator* Eichw. Leth. ross. p. 1392. T. LIV, F. 18 a, b.
1860. — *macrophthalmus* Eichw. l. c. p. 1397. (ex pt.) T. LIV, F. 20.

Kommt nur im westlichen Theil unseres Gebiets, mit dem ächten *exsul* zusammen vor. Die Exemplare werden viel grösser. Noch sind keine vollständigen Stücke gefunden. Der Hauptunterschied besteht in der flachen, glatten Glabella, ohne alle Tuberkel. Der Frontallobus steigt vom Vorderrande in sanfter Wölbung an bis zur ersten Seitenfurche; von da an bleibt die Glabella gleichmässig eben und nur schwach an den Loben seitlich geneigt, bis zu dem nur wenig nach hinten vorgewölbten Nackenringe. Die Seitenfurchen sind meist etwas länger als bei *exsul*, so dass die einander entsprechenden Seitenloben von gleicher oder fast gleicher Länge sind, wie die Breite des mittleren Zwischenraums.

Das Auge befindet sich in gleicher Höhe (gegenüber der dritten Seitenfurche), wie bei *exsul*, ist aber weiter von der Dorsalfurche entfernt. Die Entfernung beträgt mehr als die halbe Breite der Glabella; dem entsprechend divergiren auch die Augenwülste und die vorderen Zweige der Gesichtslinie stärker; die Wangenhörner divergiren in gleicher Weise wie bei *exsul*, ebenso ist auch die Sculptur der Wangen die gleiche.

Die Pygidien (T. VI, F. 13—15), die ich hierher rechne, stimmen im Allgemeinen mit denen von *exsul* überein, nur sind die grossen Pleuren des ersten Ringes flacher gewölbt, etwas breiter und scheinen stärker zu divergiren; die des zweiten und dritten Paares sind immer deutlich breit-lanzettlich; von gleicher Form ist auch die immer vorhandene, dem vierten Pygidiumgliede entsprechende Endspitze, die an Länge die Pleurenspitzen des dritten Gliedes nicht erreicht, die ihrerseits über die des zweiten hervorragen.

Auf T. VI, F. 17 ist ein Stück von Reval abgebildet, das durch den sehr kurzen abgestutzten Frontallobus und die noch viel weiter abstehenden Augen sich unterscheidet, vielleicht eine besondere Art.

Das Revalsche von Eichwald Leth. T. LIV, F. 20 abgebildete Exemplar, das kleinste und vollständigste das ich kenne, gehört augenscheinlich hierher, trotz seiner etwas weniger abstehenden Augen, und nicht zu *macrophthalmus*, wie Eichwald will, vom dem es u. a. durch die stark divergirenden Wangenhörner und die unebene Oberfläche der Wangen abweicht. Das von Nieszkowski l. c. als *C. sp.* abgebildete Pygidium von Odensholm stellt den unteren Abdruck eines solchen von *C. gladiator* vor; die innere krumme Linie entspricht der Gränze des Umschlags.

Maasse: des Kopfschildes. der Glabella des Pygidiums

des Kopfschildes. Breite.	Länge.	der Glabella Breite: vorn.	hinten.	Länge.	des Pygidiums Breite.	
29 mm.	14 mm.	9,5 mm.	8,5 mm.	10,5 mm.	—	
—	25 »	17 »	15 »	19 »	—	
—	29 »	20 »	18 »	23 »	—	
—	30,5 »	20 »	18 »	24 »	—	
—	36 »	27 »	22 »	29 »	—	
—	—	—	—	—	20,5 mm.	
—	—	—	—	—	31 »	
—	—	—	—	—	33 »	
—	—	—	—	—	40 »	(Dorpater Exempl.)

Vorkommen. Die typische Form ist bisher nur im Echinosphaeritenkalk des westlichen Estlands gefunden (nur ein Pygidium noch östlicher bei Palms): bei Reval, Fall, auf Rogö und Odensholm. Die meisten Stücke befinden sich im Revaler Museum, aber auch in der Dorpater und in Eichwald's Sammlung sind Stücke von Odensholm verhanden.

Erklärung der Abbildungen. T. VI, F, 11 a, b eine Glabella von Rogö, auf T. XI, F. 19 verbessert, namentlich der Verlauf der Seitenfurchen genau dargestellt (Mus. Reval); F. 12 Kopfschild von Reval, von Eichwald zu *macrophthalmus* gebracht (Eichw. Samml.); F. 13 Pygidium von Odensholm (Eichw. Samml.); F. 14 ein gleiches ebendaher (Mus. Reval), das Ende der ersten Pleure muss abgebrochen gezeichnet sein; F. 15 ein gleiches aus Palms (Coll. Pahlen); F. 17 Stück eines Kopfschilds von Reval, aus der früher Hübner'schen Sammlung, in der Petrowskischen Akademie bei Moskau.

Cheirurus spinulosus Nieszk. T. VI, F. 16. T. VII, F. 6—17. T. XVI, F. 5, 6.

1857. *Cheirurus spinulosus* Nieszk. Monogr. Trilob. d. Ostseeprov. im Arch. f. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. Ser. I, B. I, p. 591. T I, F. 13. T. III, F. 16.

1857. *Ceraurus aculeatus* Eichw. Bull. de Moscou p. 322.

1857. *Ceraurus scutiger* Eichw. l. c. p. 321.
1859. *Cheirurus spinulosus* Nieszk. Zus. z. Monogr. d. Tril. l. c. Bd. I. p. 371. T. II, F. 1 — 3.
1859. *Cheirurus sp.* Nieszk. l. c. p. 374. T. II, F. 9.
1860. *Ceraurus scutiger* Eichw. Leth. ross. p. 1394. T. LII, F. 25 a, b, c, d.
1860. — *aculeatus* Eichw. l. c. p. 1396. T. LII, F. 26.

Man könnte darüber streiten, welcher Name vorzuziehen sei, *aculeatus* oder *spinulosus*. Der erstere ist etwas älter: Eichwald hat aber als *aculeatus* nur das Schwanzschild beschrieben und den Kopf als *scutiger*, zu welchem er ein krankhaft ausgebildetes Pygidium unserer Art (das mir vorliegt) hinzuzieht. Nieszkowski hat zuerst Kopf- und Schwanzschild richtig als zu einer Art gehörig gedeutet. Allerdings ist bis jetzt noch kein vollständiges Exemplar gefunden, aber an allen Fundorten des Brandschiefers, dem unsere Art angehört, kommt eben nur Ein Kopf- und Ein Schwanzschild eines ächten *Cheirurus* vor, und es ist daher kein Zweifel, dass diese Theile zusammengehören.

Cheirurus spinulosus steht der vorigen Art sehr nahe, und könnte wohl als aus ihr entstanden angesehen werden, doch bleiben noch immer eine ganze Anzahl Merkmale übrig, die für jetzt noch genügen, unsere Art von allen verschiedenen Varietäten des *Ch. exsul* specifisch zu unterscheiden.

Die allgemeine Form des Kopfschildes stimmt überein: es ist halbmondförmig, meist etwas mehr als noch einmal so breit wie lang; der Umriss ist aber mehr dreieckig, da die Seitenränder bei der starken Neigung der schmalen Randschilder fast geradlinig erscheinen. Der Vorderrand verhält sich wie bei der vorigen Art; er ist in der Mitte gerade, an den Seiten unter stumpfem Winkel zurückgebrochen. Die Dorsalfurche communicirt unter stumpfem Winkel mit der gebrochenen Stirnfurche, und unter rechtem Winkel mit der Seitenrandfurche. An der Berührungsstelle der drei Furchen erkennt man, besonders auf dem Steinkern, eine tiefe Grube (T. XVI, F. 5). Die einzelnen Theile des Kopfschildes sind viel stärker gewölbt als bei *exsul*, sowohl die Glabella als die Wangen. Die Glabella ist in der Mitte am höchsten, senkt sich in sanfter Wölbung zum Vorderrand und erhebt sich deutlich über den ziemlich flachen Nackenring, der, nach hinten kaum erweitert, von fast parallelseitig linearer Form ist. Der Frontallobus ist trapezoidal, wie bei *C. exsul*. Die Seitenfurchen der Glabella sind kurz und tief; die ersten beiden verlaufen gerade und ziemlich perpendiculär zur Dorsalfurche; der Zwischenraum zwischen den beiderseitigen Furchen ist noch einmal so breit als die Länge der Seitenfurchen. Die dritte Seitenfurche wendet sich mehr nach hinten, anfangs ebenfalls tief und gerade, um dann, seichter werdend, in einem stumpfen Winkel sich nach hinten bis zur Nackenfurche fortzusetzen. Die Form des dritten Seitenlobus ist oval bis dreieckig, von ähnlicher Form wie bei der Subsp. *macrophthalma* des *C. exsul*, doch die Entfernung vom entsprechenden Lobus der anderen Seite immer wenigstens $1\frac{1}{2}$ mal grösser als die Breite des Lobus selbst. Die Augen befinden sich stets in der Mitte des Wangenschildes, in gleicher Entfernung vom Seitenrande

und der Dorsalfurche, gegenüber dem zweiten Seitenlobus; die Augenwulst daher auch weniger zum Hinterrande geneigt. Der concave gerundete Augendeckel fast horizontal, in gleicher Höhe mit den Wangen, nach dem steil abfallenden Randschilde zu gewandt. Die Wangenhörner divergiren stark, sind nur an ihrem Ursprung etwas plattgedrückt und biegen sich später etwas innenwärts (T. XVI, F. 5). Die Oberfläche der Glabella ist an den Seiten und nach hinten am gröbsten tuberkulirt, in der Mitte und vorn nur ganz fein. Auf dem Nackenring bemerkt man, namentlich an jüngeren Exemplaren, einen kleinen centralen Tuberkel. Die Wangen sind deutlich mit runden groben Tuberkeln besetzt, zwischen denen sich feine eingestochene Grübchen befinden. Die Randschilder (F. 9) sind bisher nur isolirt gefunden, sie sind entsprechend der Augenstellung bedeutend schmäler als bei der vorigen Art, und springen nicht so weit in die Wangen vor. Der grössere äussere Theil ihrer Fläche kommt auf den Randsaum, der innere schmälere Theil nimmt Theil an der Wangenwölbung, er lässt nur eingestochene Gruben, die in etwa 2 Reihen gestellt sind, und keine Tuberkel erkennen. Die ganzen Randschilder scheinen, der stärkeren Wölbung der Wangen entsprechend, eine steil geneigte Stellung eingenommen zu haben.

Das oft sehr schön erhaltene Hypostoma (F. 10 — 12) ist meist etwas breiter als bei der vorigen Art, und immer deutlich tuberkulirt; man unterscheidet die nach oben zur Glabella gekehrten Ohren, den eiförmigen Mittelkörper mit beiderseitiger Seitenfurche nahe der Spitze und breitem flügelartigen Rand, der durch eine starke Furche vom Mittelkörper geschieden ist. Der Rand erweitert sich am Grunde zu zwei Lappen und schlägt sich im vorderen Theil nach innen um (F. 12), von der basalen Erweiterung nach dem vorderen Umschlag verläuft, wie bei der vorigen Art, eine erhabene Kante.

Die Leibesglieder zeigen den Bau der ächten Cheiruren. Die Pleuren, etwa $1^1/_2$ mal so lang als die Breite der Rhachis, zerfallen in einen inneren und einen äusseren Theil, die durch eine schwache Einschnürung (F. 13) getrennt werden. Der kürzere innere Theil ist stark gewölbt und durch eine Diagonalfurche in zwei Abschnitte getheilt; der äussere Pleurentheil ist noch einmal so lang als der innere, breit-lancettlich, am Grunde angeschwollen, mit der feinen Spitze etwas nach hinten gewandt, am Rande ganz fein gezähnelt (T. XVI, F. 6); er ist rings geschlossen, plattgedrückt; in F. 15 auf T. VII sieht man die Oeffnung des geschlossenen Theils mit ihrem umgeschlagenen Rande gleich hinter der Einschnürung. An der Einschnürung erkennt man die hakenförmigen angeschwollenen Enden der schmalen Randleisten des inneren Pleurentheils (T. VII, F. 13, 14. T. XVI, F. 6). Der vordere Haken tritt etwas hinter den hinteren zurück. An der Rhachis sieht man auf F. 13 deutlich, wie die Schaale sich hinten umschlägt und nach vorn bis fast zur Gelenkfurche reicht. Die Oberfläche der Leibesglieder glatt.

Das Pygidium (T. VII, F. 16, 17) ist deutlich viergliedrig; die Rhachis dreieckig mit stark erhabenen, schnell an Breite abnehmenden Gliedern, das Endglied in eine scharfe vorgezogene Spitze ausgehend. Die Pleuren der drei ersten Glieder sind flach im Vergleich zur Rhachis, und laufen sämmtlich in freie Spitzen aus. Die des ersten Pleurenpaares sind

die längsten, flach, schwertförmig, am Ende lang zugespitzt und etwas convergirend, die Pleure zeigt am Grunde eine Anschwellung, die durch eine Längsfurche getheilt ist. Das zweite Pleurenpaar zeigt am Grunde eine ungetheilte Anschwellung und dahinter eine Grube, die freien Spitzen sind gerade oder pfriemenförmig, reichen kaum über die Spitze des Endgliedes hinaus und sind viel kürzer als die des dritten Gliedes. Das dritte Pleurenpaar ist ebenfalls am Grunde angeschwollen, und zeigt dahinter eine Grube zu beiden Seiten des dreieckigen Endgliedes; die freien Spitzen sind lang pfriemenförmig, fast parallel, convergiren etwas nach den Spitzen zu und sind meist 2 — 3 mal so lang als die des zweiten Pleurenpaares. Bei dem von Nieszkowski (Monogr. T. I, F. 13) abgebildeten Exemplare vom Hof Erras, das einem etwas tieferen Niveau angehört, sind die freien Spitzen des zweiten Gliedes kaum kürzer als die des dritten, und ragen merklich über die Spitze des Endgliedes hinaus.

Das von Eichwald (Lethaea T. LII, F. 25 d) abgebildete und zu *C. scutiger* gezogene Pygidium von Erras liegt mir vor; es ist eine Missbildung, an der das dritte Rhachisglied unsymmetrisch ausgebildet und der Stachel des Endgliedes gar nicht entwickelt ist. Das Stück ist verkehrt gezeichnet. Das Original stammt aus der Birkas'schen Sammlung und befindet sich jetzt im Revaler Museum.

Die von Nieszkowski l. c. T. II, F. 9 ohne Species-Bestimmung abgebildete Cheirurusart von Odensholm (unsere T. VI, F. 16) stimmt nahe mit unserer Art zusammen, namentlich auch durch die tuberkulirten Wangen. Nur die Seitenfurchen der Glabella sind etwas länger. Wir können die Form getrost als einen Vorläufer bezeichnen.

Steinhardt (Trilob. in preuss. Gesch. p. 56. T. IV, F. 14) führt auch einen *Cheir. spinulosus* unter den preussischen Geschieben auf. Das abgebildete Pygidium entspricht aber nicht unserer Art, da die dritte Pleure kürzer ist als die zweite, während es doch umgekehrt sein sollte.

Maasse:	des Kopfschildes		der Glabella		
	Breite.	Länge.	Länge.	Breite: vorn.	hinten.
	72 mm.	35 mm.	26,5 mm.	23 mm.	21 mm.
	59 »	27 »	22 »	17,5 »	16 »
	—	16 »	13 »	12 »	10 »
	—	6,5 »	5 »	4,5 »	4 »

Vorkommen. Nicht selten, aber nie vollständig, in der Brandschiefer- oder Kuckers'schen Schicht Estlands (C_2), bei Kuckers, Kohtel, Salla bei Erras, Wannamois bei Tolks, auch auf dem Laaksberge bei Reval (Mus. Reval). Das oben erwähnte etwas abweichende Pygidium stammt vom Hofe Erras aus den obersten Schichten des eigentlichen Echinosphaeritenkalks (C_1). Aus derselben Schicht die oben erwähnte von Nieszkowski beschriebene Glabella von Odensholm.

Erklärung der Abbildungen. T. VI, F. 16 die erwähnte Nieszkowski'sche Glabella von Odensholm (Mus. Dorpat). T. VII, F. 6 eins der grössten Kopfschilder; F. 7 ein Kopfschild von der Seite; F. 8 das kleinste vorhandene Kopfschild; F. 9 ein Randschild; F. 10 Hypostoma von oben; F. 11 ein solches von der Seite mit den Ohren; F. 12 eine Ansicht desselben von der Spitze mit dem Umschlag des Randsaums; F. 13 ein Leibesglied, an der Rhachis die Oberschaale zum Theil entfernt, um den Umschlag zu zeigen; F. 14 der Innentheil einer Pleure mit den hakenförmigen Fortsätzen der Randleisten; F. 15 der Innentheil einer Pleure von unten mit der Oeffnung des rings geschlossenen Aussentheils; F. 16 ein Pygidium etwas restaurirt; F. 17 das grösste vorhandene Pygidium. T. XVI, F. 5 ein Kopfschild mit vollständigen Wangenhörnern und dem Eindruck an der Einmündungsstelle der Seitenfurche in die Dorsalfurche; F. 6 Leibesglied mit deutlich gezähneltem Aussentheil der Pleure. Sämmtliche Originale stammen aus Kuckers (C_2) und befinden sich im Revaler Museum.

Cheirurus cf. glaber Ang. T. VII, F. 18 a, b.

1854. *Cheirurus glaber* Ang. Palaeont. scand. p. 79. T. 39, F. 16?
1860. *Ceraurus glaber* Eichw. Leth. ross. p. 1398.

Es liegen zwei Bruchstücke von Kopfschildern ohne Schaale vor, die ich nach Eichwald's Vorgange mit einigem Zweifel zur Angelin'schen Art ziehe.

Die Angelin'sche Diagnose: fronte subaequali laevi, lobis basalibus introrsum indeterminatis, genis obsolete impresso-punctatis, stimmt ganz gut, ebenso die Abbildung, bis auf den Umstand, dass bei der Angelin'schen Art der Frontallobus der Glabella in steiler Wölbung nach vorn abfällt und der Vorderrand von oben nicht sichtbar ist. Aehnlich ist auch *Ch. gelasinosus* Portl. Salt. (Monogr. brit. Trilob. p. 71. T. V, F. 6—8), aber das Kopfschild ist noch breiter, mehr gewölbt und stärker tuberkulirt. Bei unserer Form ist der Frontallobus flach gewölbt, die Glabella steigt allmählich nach hinten an, wie bei *exsul*, und der Vorderrand zeigt deutlich die Form der ächten Cheiruren (in der Mitte geradlinig, an den Seiten unter stumpfem Winkel nach rückwärts gewandt). Das Kopfschild zeigt ungefähr die Form wie bei den beiden vorigen Arten; es ist flach gewölbt, mehr als 2 mal so breit wie lang; die Glabella glatt, nach vorn kaum erweitert; die beiden vorderen Seitenloben schmal, $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit, der Frontallobus vorn abgerundet; die Seitenfurchen tief, gerade, um ihre eigene Länge von denen der Gegenseite abstehend. Die dritte Seitenfurche etwas nach hinten gewandt, unter einem Winkel nach der Nackenfurche zu gebrochen, und hier bedeutend schwächer werdend. Der dritte Seitenlobus bildet ein schmales rechtwinkliges Dreieck. Auf der Mitte der Glabella sieht man auf dem Steinkern eine schwache mediane Längsfurche (F. 18), die auf dem Frontallobus beiderseits ein kleines Grübchen zeigt. Die Wangen, ebenfalls schwach gewölbt, zeigen deutliche eingedrückte Gruben, aber keine Tuberkulirung. Die Augen etwas nach vorn gerückt, gegenüber der zweiten

Seitenfurche. Die Länge des am besten erhaltenen Kopfschildes beträgt etwa 18 mm., die Breite 38 mm.; die Länge der Glabella 16, und die Breite vorn wie hinten 14 mm.

Vorkommen. Die beiden erwähnten Stücke sind als Geschiebe bei Pühalep auf Dago gefunden, befinden sich in der Eichwald'schen Sammlung, gegenwärtig im geolog. Cabinet der hiesigen Universität, und stammen wahrscheinlich aus der Lyckholmer Schicht (F), was mit dem schwedischen Vorkommen im Leptaenakalk von Dalarne stimmen würde.

Subgen. Cyrtometopus Ang.

Die Gattung *Cyrtometopus* wurde von Angelin 1854 in der Palaeontologia scandinavica p. 32. aufgestellt; ihr Typus ist *Calymene* (jetzt *Cheirurus*) *clavifrons* Dalm., der auch bei uns die am vollständigsten bekannte Art darstellt. Der wesentlichste Unterschied von *Cheirurus* besteht in der nach vorn verschmälerten Glabella, den kleinen nach vorn gerückten Augen und den mit einer Längsfurche versehenen Pleuren der Leibesglieder. Angelin zieht eine ganze Reihe von Arten hierher, von denen wir aber nur wenige festhalten können, weil namentlich die Bildung der Pleuren der ursprünglichen Charakteristik nicht entspricht. Von den Angelin'schen Arten scheinen bei *Cyrtometopus* bleiben zu können: *C. scrobiculatus* T. 22, F. 3, ferner *speciosus* Dalm. T. 39, F. 7, *foveolatus* Ang. T. 39, F. 8, endlich ganz sicher *C. affinis* Ang. Auszuschliessen sind: *C. tumidus* Ang., *gibbus* Ang., die zu *Nieszkowskia* gehören, wohin wohl auch *C. diacanthus* Ang. T. 22, F. 4 zu rechnen ist. *C. decacanthus* Ang. T. 22, F. 5 und *octacanthus* Ang. T. 22, F. 6 scheinen am ersten in unsere Gruppe *Pseudosphaerexochus* zu gehören. Von englischen Arten gehört wahrscheinlich *Ch. Frederici* Salt. (l. c. p. 74. T. 5, F. 18 — 21) hierher, der 11 längsgefurchte Leibesglieder, nach vorn gerückte Augen und kleine Randschilder hat. Salter bringt ihn zu *Eccoptochile*. Mit *Ch. clavifrons* und *affinis* vergleicht Salter zwei Arten, die er in die Gruppe *Actinopeltis* bringt: *Ch. octolobatus* M. Coy und *juvenis* Salt. l. c. p. 67. T. 5. F. 9 — 12; beide Arten scheinen nach dem Verlauf der Gesichtslinien und der Form der Randschilder eher zu unserer Gruppe *Pseudosphaerexochus* zu gehören, namentlich die erstere, deren Pygidium auch dieser Gruppe entspricht. Die böhmischen Arten, die zu unserer Gruppe zu rechnen wären, habe ich schon oben p. 123 aufgezählt. Von canadischen Arten scheinen *Cheir. Eryx* und *Apollo* Bill. palaeog. foss. p. 413 hierher zu gehören. Die 4 Arten, die ich bei uns nach einigen gemeinschaftlichen Charakteren vorläufig unter *Cyrtometopus* vereinige, zeigen, wie ich schon früher erwähnt, einen ziemlich verschiedenartigen Habitus. Typisch sind nur *C. clavifrons* und *affinis*; *C. Plautini*, der in der Form der Glabella an die ächten Cheiruren erinnert, musste ich wegen der Längsfurche auf den Pleuren, wegen der mangelnden Verbindung der Seitenfurche mit der Dorsalfurche und wegen der Beschaffenheit der Augen hierher bringen. Die beiden Arten *C. aries* Eichw. und *Pseudohemicranium* nähern sich schon *Sphaerocoryphe* durch die Bildung ihrer Basalloben. Alle unsere Cyrtometopusarten zeigen aber die Fortsetzung der

Randwulst des Stirnrandes am Vorderflügel des Mittelschildes längs dem vorderen Zweige der Gesichtsnath bis zum Auge, ein Kennzeichen das ich bei anderen Gruppen, und namentlich auch bei der nahestehenden *Sphaerocoryphe*, nicht wahrnehmen kann.

Cheirurus (*Cyrtometopus*) *clavifrons* Dalm. T. VIII, F. 4, 5, 6. T. XVI, F. 7—12.

1826. *Calymene? clavifrons* Dalm. Vetensk. akad. handl. p. 260.
1828. — *clavifrons* Dalm. Vetensk. akad. årsberätt. p. 135.
1835. — *speciosa* Sars. Isis. p. 339. T. IX, F. 7.
1837. — *clavifrons* His. Leth. suec. p. 12 (excl. icon T. 37. F. 1).
1838. — *clavifrons* Boeck Gaea norveg. p. 140.
1845. — *clavifrons* Lovén Vetensk. acad. förhandl. I, p. 63.
1852. *Cheirurus Zembnitzkii* (Eichw.) Barr. syst. sil. Bohème p. 754, 760, 770 Pl. 6, F. 8.
1852 u. 54. *Cyrtometopus clavifrons* Angl. Palaeont. scand. p. 32. T. 21, F. 4. T. 39, F. 9.
1854. *Cyrtometopus Sarsi* Angel. l. c. p. 78. T. 39, F. 11.
1854. *Cheirurus Zembnitzkii* Kut. Verh. d. min. Gesellsch. p. 119. T. III, F. 1.
1858. — — Hoffm. Verh. d. min. Gesellsch. p. 26. T. I. F. 8 (Kopie d. vorigen).
1860. *Ceraurus Zembnitzkii* Eichw. Leth. ross. p. 1400.
1868. *Cyrtometopus Sarsi* Kjerulf Veiviser geolog. excurs. i Christiania omegn. p. 6, F. 14.

Die lange vorstehende Synonymenreihe zeigt an wie vielfach unsre Art einestheils verkannt, andererntheils gespalten worden ist. Die ursprüngliche Dalman'sche Diagnose war sehr kurz und wurde von Sars missverstanden, der den ächten *C. clavifrons* als *Calymene speciosa* Dalm. beschrieb, während er unsern *C. aries* Eichw. (*Trilob. sphaericus* Esm.) zu *C. clavifrons* brachte. Boeck, der Gelegenheit hatte die schwedischen Sammlungen mit den norwegischen zu vergleichen, stellte diesen Irrthum zurecht, ihm wurde aber weder von Burmeister (Organisat. d. Trilob. p. 103) noch von Beyrich (Böhmische Trilob. p. 18) Vertrauen geschenkt. Jetzt gilt die kurze Abhandlung von Boeck: «Uebersicht der bisher in Norwegen gefundenen Glieder der Trilobitenfamilie» in Keilhau's Gaea norvegica p. 138—145 für die wichtigste grundlegende Arbeit über Norwegische Trilobiten, auf die fortwährend zurückgegangen wird. Hisinger wiederholt zuerst einfach die Dalman'sche Diagnose, zieht aber nachher in Suppl. I, T. 31, F. 1 eine ganz andere Art, unsern jetzigen *Sphaerexochus angustifrons* dazu, wodurch neue Verwirrung angerichtet wurde. Die Lovén'sche Beschreibung ist allerdings ganz genau, wurde aber leider nicht von der schon damals angefertigten Zeichnung begleitet, die mir gegenwärtig in Copie vorliegt. Wäre diese Zeichnung damals publicirt worden, so hätte wohl Steinhardt l. c. p. 60, nicht die Lovén'sche Beschreibung mit der oben citirten Hisinger'schen Zeichnung zusammengebracht und es hätten wohl weder Volborth, noch Barrande, noch Kutorga den *Cheirurus Zembnitzkii* eingeführt. Diese Art war ursprünglich von Eichwald im Silur. Schichtensyst. von Ehstland p. 68 aufgestellt; was er damals darunter verstanden bleibt unaufgeklärt. Volborth hat in der Beschreibung dieser Art einen *Cheirurus* erkannt und eine Art seiner Sammlung, der er

den Namen des frühern Directors unsrer mineralogischen Gesellschaft erhalten wissen wollte, als *Cheir. Zembnitzkii.* Eichw. an Barrande gesandt, der dieser Art in seinem grossen Werk öfter erwähnt. Dieselbe Art wurde von Kutorga einer recht ausführlichen Darstellung unterworfen, in der wir eine Form unsres *C. clavifrons* wiedererkennen. Angelin hatte unterdessen gefunden dass unsere Art den Typus einer neuen Cheiruridengattung, *Cyrtometopus,* bilde und dass unter den von Dalman als *Calymene clavifrons* bezeichneten Exemplaren des Stockholmer Museums zwei Arten stecken, von denen er eine als *Cyrtom. clavifrons* beibehält, die andere als *C. affinis* neu aufstellt. Hr. W. Brögger, der im verflossenen Sommer bei uns war und unsern *C. clavifrons* gesehn hat, bestätigt die Boeck'sche Ansicht, dass die norwegische Form von der schwedischen und also auch von der unsrigen nicht zu trennen ist. In der That finden sich unter unsern zahlreichen Exemplaren manche, die in der Form der Glabella und in der Beschaffenheit ihrer Seitenfurchen vollkommen mit dem *C. Sarsi* Ang. übereinstimmen. Die Uebergänge sind so zahlreich dass wir an eine Speciestrennung ntcht denken können.

Eichwald hat in der Lethaea den *Ch. Zembnitzkii* nach Kutorga angeführt und beschrieben ohne dessen Identität mit *C. clavifrons* zu erkennen. In seiner Sammlung findet sich kein Exemplar, das als *C. Zembnitzkii* bestimmt wäre. Den *C. affinis* unterscheidet er nach Angelin und meint dass diese Art den Namen *clavifrens* Dalman verdiene. Den Angelin'schen *clavifrons* kennt er gar nicht von uns; er findet sich aber in seiner Sammlung, gemischt mit *C.* (*Pseudosphaerexochus*) *hemicranium Kut.* als *Zethus uniplicatus* Pand., den er als synonym mit der letztgenannten Art hinstellt. In der That kann man bei der Identificirung der Pander'schen Trilobiten mit später aufgestellten Species nur zwischen den beiden genannten Arten schwanken. Doch spricht die grössere Wahrscheinlichkeit für *Ch. hemicranium,* worauf wir bei dieser Art zurückkommen werden.

Ch. clavifrons Dalm. Ang. liegt uns in zahlreichen wohlerhaltenen Exemplaren, namentlich in der Volborth'schen Sammlung vor. Alle Stücke sind mehr oder weniger zusammengerollt, so dass wir über die Form des ganzen Trilobiten uns nicht genau ausdrücken können, doch scheint er von ovaler Form zu sein und etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie breit. Das Kopfschild nimmt etwas weniger als $\frac{1}{3}$ der ganzen Länge des Trilobiten ein, und das Schwanzschild etwa $\frac{1}{6}$. Das Kopfschild ist etwa halbkreisförmig, nicht ganz noch einmal so breit wie lang, mässig gewölbt. Der Vorderrand vor der Glabella meist gerade, zu beiden Seiten stark ausgeschweift; die Seitenränder vorgewölbt, die Hinterecken in kurze divergirende Hörner ausgezogen. Die Dorsalfurchen sind schmal und tief und gehn nach vorn in stumpfem Winkel oder allmähliger Krümmung in die seichte Stirnfurche über. Die Glabella ist von länglich-eiförmiger Gestalt, etwa $\frac{2}{3}$—$\frac{3}{4}$ mal so breit wie lang, ziemlich hoch gewölbt, in der Mitte am höchsten; vorn ist sie parabolisch abgerundet; in der Mitte, an der Mündung der 2-ten Seitenfurche am breitsten; an der Mündung der 1-sten Seitenfurche fast immer schmäler als am Grunde. Der Frontallabus allmählich zum Vorderrand abwärts gewölbt, immer länger als die übrigen gleichbreiten Loben. Die Seitenfurchen eingedrückt,

schmal, nach der Mündung in die Dorsalfurche zu etwas erweitert; sie verlaufen entweder fast vertical zur Dorsalfurche (T. XVI, F. 7 *a*) (besonders bei flachen Exemplaren) oder sind etwas nach hinten; gezegen (T. XVI F. 8—10). Der Zwischenraum zwischen zwei entsprechenden Furchen beträgt etwa das Doppelte von deren eigener Länge. Die 3-te Seitenfurche ist tiefer und breiter und wendet sich in einem Bogen nach hinten; nach der Nackenfurche zu nimmt sie eine verticale Richtung zu dieser an, wird aber flacher, so dass die Trennung des rhombisch-eiförmigen Basallobus von der Glabella keine vollständige ist. Der Abstand der beiden Basalloben von einander beträgt kaum mehr als die Breite dieser Loben. Die Oberfläche der Glabella ist gleichmässig ganz fein gekörnt oder chagrinirt.

Der Vorderrand ist in der Mitte, vor dem Frontallobus, gerade (selten etwas convex), seitlich beiderseits kräftig ausgerandet; der schmale gewölbte Vorderrand- oder Stirnsaum ist seitlich in stumpfem Winkel zurückgebrochen und setzt sich als erkennbare schmale und flache Wulst längs dem vordern Zweige der Gesichtsnath bis zum Auge fort. Die Seitenrandfurche hört in bisheriger Stärke an dieser Nath auf, lässt sich aber in seichterer Fortsetzung oder als schwacher Eindruck in manchen Exemplaren bis zur Dorsalfurche verfolgen (T. XVI, F. 7, 9, 10); sie mündet in dieselbe etwas vor der ersten Seitenfurche der Glabella. Von der Vereinigungsstelle lässt sich an manchen Stücken (auf d. Zeichnnngen nicht erkennbar) eine' schwache Längsfurche über die Fortsetzung des Stirnsaums bis zur Berührungsstelle des Schnauzen- und Randschildes verfolgen. Die Schnauzennabt verläuft vorn am geraden Stirnsaum. Das Schnauzenschild selbst ist entweder schmal linear und flach gewölbt (T. VIII, F. 5; T. XVI, F. 7 *b*) oder jederseits in einen stumpfen (T. XVI, F. 9) oder spitzen Zahn (T. XVI, F. 10) vorspringend. Die Wangen sind flach gewölbt, dreieckig, die vordere Seite durch den breiten und flachen Seitenrand vorgewölbt, die hintere geradlinig oder auch etwas convex (T. XVI, F. 8, 9), indem der innere Theil des Occipitalrandes bis zum Ende der hakenförmigen Randleiste, entsprechend dem innern Theil der Thoraxpleuren, gerade verläuft, der äussere Theil aber bis zur Hinterecke sich bisweilen etwas nach vorn wendet (T. XVI, F. 8, 9, so auch bei der Kutorga'schen Figur von Cheir. Zembnitzkii l. c. F. 10, *d*), Die Seitenrandfurche ist etwas breiter und flacher als die schmale und tiefe Occipitalfurche und stösst mit dieser unter spitzem Winkel an der Hinterecke zusammen. Der Hinterrand ist schmal und gewölbt ebenso wie der Nackenring. Das Auge ist niedrig, deutlich facettirt, stark nach vorn und in die Nähe der Glabella gerückt, zwischen der ersten und zweiten Seitenfurche derselben gelegen. Der Augendeckel ist stumpf-dreieckig convex, am Grunde mit einer eingedrückten schmalen Qeerfurche versehen, die sich beiderseitig längs der Gesichtslinie fortsetzt. Der vordere Zweig der Gesichtslinie geht vom Auge schräg nach vorn zu den Ecken des Vorderrandes, wo er die Schnauzennaht trifft; der hintere Zweig verläuft anfangs parallel dem Hinterrande bis zur Seitenfurche, hier bildet er ein Knie und geht diagonal über den breiten Seitenrand schräg nech hinten, wo er kurz vor den Hinterecken mündet. Die Hinterecken sind in kurze spitze gewölbte divergirende Hörner ausgezogen, die etwa über 3 Leibesglieder hinausreichen. Die Randschilder hängen ge-

wöhnlich mit dem Mittelschilde zusammen, sind dreieckig, mit etwas mehr als einen rechten Winkel an der Innenseite, vorn und hinten mit einem Fortsatz; der hintere Fortsatz ist flach, setzt nach aussen die convexe Contour des Seitenrandes fort, und durchschneidet mit der innern Seite den Seitenrand in diagonaler Richtung. Der vordere Fortsatz ist ebenfalls an der Innenseite gerade, verläuft auch vorn bis zum Schnauzenschild an das er sich mit schräg nach innen und hinten verlaufender Nath ansetzt; er schiebt sich hier mit spitzem Vorsprunge zwischen das Schnauzenschild und Hypostoma ein (T. XVI, F. 11); an der Aussenseite bildet er die ausgeschweifte Biegung zwischen Stirn- und Seitenrand und ist hier flach gewölbt. Die Oberfläche des Wangenschildes fein chagrinirt wie die der Glabella, ausserdem in dem innern Raum zwischen den Furchen mit ziemlich dicht stehenden Grübchen versehen, von denen bisweilen eine Reihe längs dem Hinterrande, wie schon Kutorga hervorgehoben, besonders deutlich markirt ist.

Das Hypostoma (T. VIII, F. 5, T. XVI, F. 11) von ovaler Form, gewölbt, an den Seiten kaum mit einem Eindruck versehen, rings von einem aufgeworfenen Rande umgeben, an dessen Umschlag man auch Spuren der Längsfalte erkennt, die wir bei *Cheir. exsul* und *spinulosus* beobachtet haben. Die aufwärts gerichteten Ohren sind schmal, in der Mitte gefaltet, wie es scheint ohne den punktförmigen Eindruck der bei Phacops und den eigentlichen Cheiruren vorkommt.

Der Mittelleib 11-gliedrig, sowohl auf meiner Fig. 6 auf T. VIII als auch bei Kut. l. c. F. 1 zu schematisch dargestellt, daher ich auf T. XVI, F. 12 eine neue Zeichnung gebe. Die Rhachis schwach gewölbt, ihre Glieder sehr allmählich an Breite abnehmend, die Dorsalfurchen mässig tief. Die Pleuren etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang als die Breite der Rhachis, mässig stark gekniet, in der Mitte deutlich eingeschnürt; an der Einschnürungsstelle die hackenförmigen Enden der vordern und hintern Randleiste des Innentheils deutlich zu sehn. Der Innentheil der Pleura linear, gewölbt, mit einem nahe am Vorderrande beginnenden und allmählich der Mitte sich nähernden Längseindruck, der anfangs ziemlich tief, nach aussen allmählich schwächer wird. Die Aussentheile der Pleuren, ziemlich flach, spitz; die ersten 7 säbelförmig, etwas, und zwar nach hinten stärker, zurück gekrümmt; die letzten 5 breiter, mit dem Vorderrande zuerst etwas nach vorn, denn steil nach hinten gekrümmt, die letzten förmlich gekniet. Am Grunde des Aussentheils eine schwache Anschwellung wie bei den ächten Cheiruren, denen unsre Art überhaupt in vielen Stücken nahe steht.

Das Pygidium (T. VIII, F. 6, T. XVI, F. 12) breit und kurz, etwa noch einmal so breit wie lang, viergliedrig. Die Rhachis dreieckig mit 4 scharf geschiedenen gewölbten Gliedern; das letzte rundlich mit stumpfer Spitze. Die Pleuren flach gewölbt, divergirend, die Innentheile durch Furchen geschieden, die Aussentheile mit schwertförmigen freien Spitzen, die von aussen nach innen an Länge abnehmen. Der Innentheil der ersten Pleure noch mit einer kurzen Längsfurche die spätern ohne dieselbe. Die Spitze der dritten Pleure ganz kurz; zwischen ihnen die stumpfe Spitze des Endgliedes.

Wir haben schon oben auf die Variationen hingewiesen die bei unsrer Art in der Rich-

tung der Seitenfurchen der Glabella und in der Form des Schnauzenschildes vorkommen. Wie weit die norwegische Form durch die Beschaffenheit der Seitenloben und Furchen als Varietät charakterisirt ist, und als solche bei uns vorkommt, kann ich jetzt nicht sagen, da mir keine norwegischen Exemplare vorliegen. Die Form mit 2-zähnigem Schnauzenschilde (T. XVI, F. 7), die gewissermaasen einen Uebergang zur nächsten Art bildet, könnten wir als var. *Zembnitzkii* Kut. bezeichnen, da auch die Kutorga'sche Figur ein zweizähniges Schnauzenschild zeigt.

Maasse:

des Kopfschildes		der Glabella			
Breite.	Länge.	Länge.	Breite: an d. 1-sten Seitenfurche.	Breite: an d. 2-ten Seitenfurche.	Breite: Am Grunde.
30 mm.	16 mm.	15 mm.	9,5 mm.	10,5 mm.	10 mm.
26 »	14 »	13 »	8,9 »	9,7 »	9 »
— »	16 »	14,5 »	10 »	10,7 »	10,5 »
24 »	12 »	11 »	8 »	9 »	8 »
23 »	14 »	12 »	8 »	9,5 »	8,5 »
19 »	10 »	8 »	6 »	6,5 »	6 »

Vorkommen. Im Glauconit (B_2) und Vaginatenkalk (B_3) in Ingermanland in d. Umgebung v. Pawlowsk (Coll. Volb.) am Wolchow bei Iswos, am Sjas bei Koltschanowo, an der Lynna (Wenjukow), bei Putilowa (Karpinski), Raikołowa an der Ischora (Schwetschnin), Ljapino unweit Gostilizy (Plautin), in Estland bei Reval (Mus. Reval) und Ilgast. Die Exemplare meist in der Volborth'schen Sammlung und im Revalschen Museum. Auswärts im Orthocerenkalk von Schweden u. Norwegen.

Erklärung der Abbildungen. T. VIII, f. 4 hintere Ansicht eines Kopfschildes um den Randsaum mit dem hakenförmigen Ende zu zeigen; F. 5 Schnauzenschild mit Hypostoma, verbessert in T. XVI, F. 12; F. 6 hinterer Theil des Thorax mit dem Pygidium, die Aussentheile d. hintern Pleuren nicht richtig, diese in T. XVI, F. 12 besser dargestellt; T. XVI, F. 7 Exemplar mit stark divergirenden Seitenhörnern und kaum nach hinten gewandten Seitenfurchen der Glabella, von Iswos am Wolchow (Coll. Nikitin in Moskau), F. 8 grosses Exemplar von Iswos, F. 9 Exemplar von der Lynna mit schwachen Zähnen am Schnauzenschild (Universität Petersburg). F. 10 mit starken Zähnen am Schnauzenschild, von Putilowo (Karpinski).

Cheirurus (*Cyrtometopus*) *affinis* Ang. T. VII, F. 22. T. VIII, F. 1—3. T. XVI, F. 13, 14.

1854. *Cyrtometopus affinis* Ang. Pal. scand. p. 77. T. 39, F. 10.
1860. *Ceraurus affinis* Eichw. Leth. ross. p. 1400.

Ch. affinis steht der vorigen Art so nahe, dass wir es für überflüssig halten die Beschreibung in aller Ausführlichkeit zu wiederholen und nns begnügen auf die unterscheidenden Kennzeichen aufmerksam zu machen.

Ch. affinis kommt mit der vorigen Art zusammen vor. Sie wird bedeutend grösser, da uus ein Exemplar von 29 mm. Länge und 54 mm. Breite des Kopfschildes vorliegt. Die allgemeiue Form des Kopfschildes ist ähnlich, nur biegt sich der Seitenrand steiler nach den Hinterecken hinab, die dem entsprechend in flache schwertförmige spitze, der Achse parallele, Hörner ausgezogen sind, die mit der Spitze sich etwas einwärts biegen. Der Vorderrand wird von dem concaven Schnauzenschild gebildet, das jederseits in einen vorspringenden spitzen Zahn ausläuft und häufig abwärts gebogen ist. Die Schnauzennaht läuft in der Stirnfurche, hart am Vorderrande der Glabella vorbei und durchschneidet die Wulst die jederseits von dem Zahn des Schnauzenschildes zum Auge geht. Die Wulst ist stärker ausgebildet als bei der vorigen Art und wird niemals von einer Fortsetzung der Seitenfurche durchschnitten, die eben nur bis zum vordern Zweige der Gesichtsnath reicht. Die Glabella ist breiter und kürzer; sie nimmt etwa $^2/_5$ der Breite des Kopfschildes ein und zeigt ein Verhältniss der Breite zur Länge wie $^4/_5$—$^5/_6$: 1. Sie ist vorn abgestutzt, daher auch die Längenausdehnung des fast trapezoidalen Frontallobus kaum grösser als die der übrigen Loben. Die grösste Breite ist wie bei der vorigen Art in der Mitte; aber die Breite der Ausmündungsstelle der ersten Seitenfurchen ist etwas grösser als die der Basis der Glabella. Die ersten beiden Seitenfurchen sind nicht eingedrückt und bilden nur feine etwas zurückgebogene Linien auf der Oberfläche der Glabella, die als solche auch auf dem Steinkern erscheinen. Der Zwischenraum zwischen zwei entsprechenden Linien ist etwa $1^1/_2$ mal so breit als die Länge dieser Linien. Die dritte Seitenfurche ist stark ausgebildet und schneidet den Basallobus vollständiger ab als bei voriger Art (T. XVI, F. 13) indem ihre Fortsetzung nach dem Nackenring zu weniger seicht ist. Zugleich ist sie an ihrem Beginn weniger stark nach hlnten gewandt und den vordern schwachen Furchen fast gleichlaufend. Die Oberfläche ist fast glatt; man erkennt nur ganz feine zerstreute rundliche Tuberkel. Die Wangen sind der vorigen Art gleich gebaut, auch mit feinen Grübchen versehn; ebenso die Randschilder, nur ist der vordere Fortsatz derselben durch eine noch stärkere Bucht von dem Köper der Randschilder geschieden und auf seinem Rücken abgeflacht (T. VIII, f. 2), nicht gerundet wie bei voriger Art.

Das Hypostoma ist am Grunde breiter, der Mittelkörper stärer nach der Spitze verjüngt, fast parabolisch.

Die Leibesglieder (T. XVI, F. 14) zeigen auf dem Innentheil der Pleuren eine feinere und längern Furche. Die Einschnürung ist schwächer, daher die hakenförmigen Enden der Randleisten schwerer zu sehn. Die Aussentheile der hintern Glieder sind schmäler, einfach mit einer starken Ausbuchtung nach hinten versehn ohne nach vorn vorzuspringen wie bei *clavifrons*. Das *Pygidium* (T. VIII, F. 3, T. XVI, F. 14) stimmt in der Form überein, ist aber flacher; die Seitentheile fast concav, die Rhachis weniger ge-

wölbt, der Innentheil der ersten Pleure zeigt nur eine ganz schwache Andeutung einer Längsfurche.

Die Uebereinstimmung mit der schwedischen Form, die mir vorliegt, ist vollkommen.

Maasse:

des Kopfschildes		der Glabella			
Länge.	Breite	Länge.	Breite		
			An der 1sten Seitenfurche.	An der 2ten Seitenfurche.	Am Grunde.
29 mm.	54 mm.	26 mm.	19 mm.	21 mm.	17,5 mm.
22 »	—	29 »	15 »	15,5 »	14 »
11 »	—	10 »	8 »	8,2 »	7,5 »
9,5 »	20 »	8,5 »	6 »	7 »	6 »
6 »	10,5 »	5,5 »	4,5 »	5 »	4 »

Vorkommen. Mit der vorigen Art im Orthocerenkalk (B_3) der Umgebung von Pawlowsk und Pulkowa (Volborth und Eichwaldsche Sammlung). In Estland in derselben Schicht bei Kusal und Reval (Mus. Reval.). Auswärts im schwedischen Orthocerenkalk bei Ljung in Ostgothland.

Erklärung der Abbildungen. T. VII, F. 22 das grösste vorhandene Kopfschild, aus Reval (im Revaler Mus.). T. VIII, F. 1, 2, 3 drei Ansichten eines schönen Stücks der Volborth'schen Sammlung aus der Umgebung v. Pawlowsk; T. XVI, F. 13 Kopfschild, F. 14 ganzes Exemplar mit Pygidium, beide aus der Gegend von Pawlowsk (Coll. Volborth).

Ch. (*Cyrtometopus*) *Plautini* n. sp. T. XII, F. 24 a, b, c. T. XVI, F. 15.

Es liegt uns nur Ein ziemlich wohlerhaltenes Exemplar vor, von dem das Kopfschild und 7 Leibesglieder vorhanden sind. Das Kopfschild ist ziemlich halbkreisförmig (nicht ganz noch einmal so breit wie lang), flach gewölbt, mit spitzen, nicht ausgezogenen Hinterecken. Der Vorderrand flach-bogenförmig, fast gerade, zu den Seiten der Glabella kaum ausgeschweift. Die Dorsalfurchen tief, nach vorn etwas divergirend, gehen in allmähliger Krümmung in die schmale und seichte Stirnfurche über. Die Seitenrandfurche ist nur auf dem Occipitalflügel und dem Randschilde sichtbar; mit dem Beginn des gewölbten und gegen den Randschild deutlich abgesetzten Vorderflügels des Mittelschildes (joue fixe) ist sie unterbrochen (T. XVI, F. 15) und erreicht daher nicht die Dorsalfurche.

Die Glabella ziemlich rectangulär, flach gewölbt, nach vorn etwas breiter. Der sanft abwärts geneigte oblonge Frontallobus nur wenig länger als die Seitenloben. Die Seitenfurchen kurz, tief und breit; die ersten beiden gerade, um das Doppelte ihrer Länge von den entsprechenden der Gegenseite geschieden; die dritte Seitenfurche zuerst gerade, dann

etwas seichter werdend, rückwärts gekrümmt und die rundlichen um ihre eigene Breite von einander abstehenden Basalloben vollständig abschneidend. Die Oberfläche der Glabella fein und deutlich tuberkulirt. Wangen dreieckig, seitlich etwas abwärts geneigt; Augen ziemlich in der Mitte derselben, gegenüber der zweiten Seitenfurche der Glabella; statt der Augenwulst setzt sich der gewölbte Stirnrand auf dem Vorderflügel, längs des vorderen Zweiges der Gesichtsnath bis zum Auge fort; das Auge selbst niedrig mit kurzem convexem Augendeckel, an dessen Basis eine deutliche Querfurche, die sich eine Strecke weit nach vorn und hinten fortsetzt. Der Randsaum breit und flach; die Seitenfurche ebenso wie die Occipitalfurche schmal. Die Randschilder dreieckig, quadrantenförmig, ihr hinterer Rand nach hinten gewandt. Die Oberfläche besteht aus dem inneren, convexen, fein tuberkulirten Theil unter dem Auge und dem äusseren, vom Randsaum eingenommenen Theil. Die übrige Oberfläche der Wangen (innerhalb der Seiten-, Dorsal- und Occipitalfurche) grubig, ohne erkennbare Tuberkulirung.

Der Nackenring schmal linear, flach gewölbt; ebenso die übrigen Rhachisglieder des Mittelleibes. Die Pleuren schmal, deutlich gekniet und in der Mitte eingeschnürt; wenig länger als die der Rhachisglieder. Der Innentheil convex, mit eingedrückter mittlerer Längsfurche; der Aussentheil Dolch-förmig, mit den spitzen Enden etwas rückwärts gewandt. Die hakenförmigen Fortsätze an der Einschnürungsstelle deutlich.

Ch. Plautini ist eine sehr eigenthümliche Art, die ich nicht angestanden habe nach Einem Exemplar aufzustellen. Die Form der Glabella erinnert an die ächten Cheiruren, die durch den angeschwollenen Rand des Vorderflügels unterbrochene Seitenfurche aber, die Form der Augendeckel und namentlich die Pleuren stimmen zu *C. clavifrons* und *affinis*, also zu *Cyrtometopus*, zu dem ich ihn daher auch gebracht habe.

Maasse: Länge des Kopfschildes 9,5 mm.; Breite desselben 17 mm.; Länge der Glabella 8 mm., Breite derselben vorn 7 mm., hinten 6 mm.

Vorkommen. Das einzige Exemplar ist in den höchsten Schichten des Echinosphäritenkalks auf dem Laaksberge bei Reval (C_1 bis C_2) gefunden und befindet sich in der Plautin'schen Sammlung.

Erklärung der Abbildungen. T. XII, F. 24 a, b, c das Plautin'sche Exemplar in natürlicher Grösse. T. XVI, F. 15 Seitenansicht des Kopfes und der zwei ersten Leibesglieder vergrössert.

Cheirurus (*Cyrtometopus*) *aries* Eichw. T. VII, F. 19—21. T. XVI, F. 16, 17.

1833. *Trilobites sphaericus* Esmarck, in Magazin för Naturvidenskab. andre Räkka Bd. I, p. 269 T. VII, F. 8.
1835. *Calymene clavifrons* Sars, Isis p. 339. T. IX, F. 8 a, b.
1840. *Trilobites sphaericus* Boeck in Gaea norvegica v. Keilhau p. 140.
1843. *Metopias aries* Eichw. in Baer u. Helmersen, Beitr. z. Kenntn. Russl. Bd. 8, p. 65. T. III, F. 19..
1843. — *aries* H. v. Leuchtenberg, Beschreib. neuer Thierreste von Zarskoje Sselo, p. 12 T. I, F. 7, 8 (bona!).

1854. *Sphaerexochus? clavifrons* Ang. Pal. scandin. p. 75. T. 38, F. 18.
1858. *Sphaerexochus aries* Hoffm. Sämmtl. Trilob. Russl. in Verh. d. mineralog. Gesellsch. p. 30. T. I. F. 5 (Copie nach Leuchtenberg).
1860. *Sphaerocoryphe aries* Eichw. Leth. ross. p. 1408. T. 52, F. 31.

Wie aus dem Register der Synonymen zu ersehn ist unsre Art schon fast 50 Jahre bekannt und hat vielfache, verschiedene Deutungen erfahren. Noch ist kein ganzes Exemplar bekannt geworden, auch kein ganzes Kopfschild, man hat es nur mit Glabellen zu thun gehabt, denen Theile der Wangen anhingen. Von allen oben citirten Abbildungen kann ich nur die vom Herzog v. Leuchtenberg gegebene und von Hoffmann copirte als gelungen ansehn. Ich wäre auch nicht darauf gekommen die *Calymene clavifrons* Sars (nicht Dalm.) oder *Trilobites sphaericus* Esm. mit unsrer Art zu verbinden, wenn ich nicht in der L. v. Buchschen Sammlung in Berlin norwegische Exemplare dieser Art gesehen hätte die ich sofort mit dem *Metopias aries* Eichw. identificiren konnte. Ich gebe zu, dass die Gerechtigkeit es fordert, dass ich jetzt den Esmarckschen Artnamen als den ältesten annehme, doch will ich das den Scandinavischen Fachgenossen überlassen und vorläufig bei *C. aries* bleiben, als dem Namen der die grösste Sicherheit gewährt, da ich gegenwärtig auch nicht in der Lage bin norwegische Exemplare zu vergleichen. Durch den wulstig aufgeworfenen Rand des Vorderflügels des Mittelschildes der vom Auge zum Stirnsaum geht, sowie durch die Form des Augendeckels und namentlich durch die Längsfurche auf dem Innentheil der Pleuren der Leibesglieder schliesst sich unsere Art an *Ch. clavifrons* und kann daher auch zur Gruppe *Cyrtometopus* gezogen werden.

Das Kopfschild hochgewölbt, dreieckig durch die abwärts geneigten Wangen; der Vorderrand gerundet; die Dorsalfurchen schmal, nach vorn in die gekrümmte Stirnfurche übergehend; die Seitenfurche nur in schwacher Andeutung (T. XVI, F. 16) oder garnicht mit der Dorsalfurche communicirend. Die Glabella in der Mitte am breitesten (fast so breit wie die ganze Länge), hoch gewölbt, von hinten nach vorn ansteigend, in der Gegend des ersten Seitenlobus am höchsten, halbkuglig bis stumpf kegelförmig. Frontallobus steilabfallend bis überhängend (T. VII, F. 21); die ersten beiden Seitenfurchen kurz und breit, vertical zur Dorsalfurche; die entsprechenden Loben erscheinen als stumpfe kurze Kerbzähne am Rande der Glabella. Die dritte Seitenfurche etwas nach hinten gewandt ohne jedoch den Nackenring ganz zu erreichen. Die Basal- oder dritten Seitenloben erheben sich als rundliche Tuberkel über den flachen von der nach vorn steil ansteigenden Glabella etwas abgesetzten Zwischenraum, der nur $1\frac{1}{4}$-mal breiter als die Tuberkel selbst ist. Die Basalloben mit dem zugehörigen Zwischenraum erscheinen andeutungsweise als ein besonderer, dem schmalen Nackenring paralleler Ring, wodurch unsre Art sich der Gruppe *Sphaerocoryphe* nähert, zu der Eichwald sie ja auch gebracht hat: doch sprechen die stark markirten vordern Seitenfurchen der Glabella dagegen. Die Oberfläche derselben ist mit feinen Tuberkeln bedeckt. Die Wangen sind seitlich abwärts geneigt, flach gewölbt, dreiseitig, gehen wie es scheint an

den Hinterecken in kurze Hörner aus, die auch an unserem vollständigsten Exemplar (T. XVI, F. 16) abgebrochen sind. Die Seiten des Vorderflügels des Mittelschildes bilden wie bei den vorigen Arten einen wulstigen aufgeworfenen Rand der vom Vorderrande zum Auge reicht. Das Auge klein, ziemlich in der Mitte der Wangen, gegenüber der zweiten Seitenfurche der Glabella, mit niedrigem convexen Augendeckel, der an der Basis wie wiederum bei den vorigen Arten von einer Querfurche begleitet ist. Die Sehfläche des Auges bildet ein Kugelzweieck das auch unten (am Randschilde) von einem wulstigen Rande umgeben ist. Der hintere Zweig der Gesichtslinie ist gleichmässig, ohne Knie, nach hinten gerichtet und schneidet den Seitenrand kurz vor den Hinterecken; das Randschild, von dem nur geringe Spuren erhalten sind, bildet daher ein stumpfwinkliges Dreieck, dessen Aussenseite den grössten Theil des Seitenrandes einnimmt. Auch hierin liegt eine Abweichung von *Sphaerocoryphe*, bei der die hintern Zweige der Gesichtsnaht immer nach vorn gewandt sind, so dass der grösste Theil des Seitenrandes nicht zum Randschilde sondern zum Occipitalflügel gehört. Die Oberfläche der Wangen mit feinen eingedrückten Punkten bedeckt.

Von den Leibesgliedern sind an unsrem besten Exemplar (T. VII, F. 19 *a*) zwei erhalten, die deutlich die Längsfurche am innern Pleurentheil, sowie die hakenförmig endende Randleiste, die auch am Occipitalrande des Kopfschildes zu sehn ist, erkennen lassen.

Die Einschnürung ist nicht deutlich zu sehn. Der äussere Pleurentheil ist etwas länger als der innere, gewölbt, nach dem Ende allmählich zugespitzt und etwas rückwärts gewandt.

C. aries ist eine so auffallende Art, dass sie mit keiner andern verwechselt werden kann.

Maasse:	Länge des Kopfschildes.	Länge der Glabella.	Breite derselben in der Mitte.	hinten.
	7,5 mm.	65 mm.	6 mm.	5 mm.
	7 »	6 »	5 »	4,5 »
	— »	7 »	6,5 »	5,5 »
	— »	11,5 »	11 »	10

Vorkommen. Seit längerer Zeit in verschiedenen Petersburger Sammlungen vorhanden (Eichwald, Pander, Volborth, mineral. Gsellsch.), kommt vorzugsweise von Pulkowa, wo ich sie aber nicht anstehend gefunden habe. Da die dortigen frei gefundenen Sachen meist der Echinosphaeritenschicht (C_1) angehören, so glaube ich auch unsere Art dorthin zählen zu können. Auswärts im norwegischen Untersilur (Laadegards ö nach Sars), das Niveau aber auch noch nicht sicher festgestellt.

Erklärung der Abbildungen. T. VII, F. 19—21 aus der Volborthschen Samm-

lung, eben so T. XVI, F. 16, 17: die Figur 16 nach dem nämlichen Exemplar wie T. VII, F. 19.

Cheirurus (*Cyrtometopus*) *Pseudohemicranium* Nieszk. T. VIII, F. 9, 10, 13—16. T. XI, F. 29. T. XVI, F. 18—21.

1857. *Sphaerexochus hexadactylus* Nieszk. Monogr. Trilob. d. Ostseeprov. im Arch. f. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. Ser. I, B. I, p. 602. T I, F. 14.

1859. *Sphaerexochus pseudohemicranium* Nieszk. Zusätze z. Monogr. d. Trilob. d. Ostseepr. im Archiv für Naturk. Liv-, Est- und Kurl. Ser. I., Bd. II p. 376. T. II, F. 7, 8.

1874. — — Steinhardt, die in preussisch. Geschieben gefund Trilob. in Beiträge z. Naturk. Preussens, herausgeg. v. d. phys. ökonom. Gesellsch. z. Königsb. p. 60, T. IV, F. 17.

Es ist sehr anerkennenswerth dass Steinhardt diese Art nach der äusserst mangel haften Beschreibung und Abbildung von Nieszkowski doch richtig wiedererkannt hat. Jetzt sind wir im Stande das Kopfschild ganz vollständig zu beschreiben und ihm auch mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit das entsprechende Pygidium zuzuweisen. Unsre Art kommt in zwei Formen vor, von denen die jüngere, der Jeweschen Schicht angehörige, die ächte Nieszkowkische Art ist, die ältere, vielleicht artlich verschiedene, länglichere und höhere Form, var. *dolichocephala*, beginnt schon im Brandschiefer und reicht gleichalls bis in die Jewesche Schicht.

Das Kopfschild ist breit dreiseitig (da der Seitenrand wenig vorgewölbt ist), mehr als noch einmal so breit wie lang, hoch gewölbt. Die Dorsalfurchen tief, gehn nach vorn in die bogenförmige schmale Stirnfurche über. Der Vorderrand bogig gekrümmt, leicht angeschwollen, setzt sicht längs dem vordern Zweige der Gesichtsnath bis zum Auge fort (T. XVI, F. 18). Die Seitenfurche, an der Nath unterbrochen, geht nicht über den Vorderflügel des Mittelschildes hinweg und communicirt daher nich mit der Dorsalfurche. Die Glabella hoch gewölbt, halbkuglig bis ellipsoidisch, nach allen Seiten in steiler Wölbung abfallend. Die beiden vordern Seitenfurchen nur angedeutet als schwache Narben oder Gruben. Am Grunde der ersten eine Grube in der Dorsalfurche, die besonders bei Steinkernen (T. XVI, F. 21) deutlich hervortritt, wie bei vielen andern Arten, und wohl einem innern Fortsatz entspricht, der als Ansatz für das Hypostoma dient. Die dritte Seitenfurche schräg und tief, ebenso breit wie die Dorsalfurche, reicht bis zur Nackenfurche und schneidet den rundlichen erhabenen tuberkelartigen Basallobus vollständig ab. Der Zwischenraum zwischen den beiden Basalloben nocheinmal so gross als deren Breite, der Hauptheil der Glabella bildet einen schwachen Vorsprung mit beiderseitiger Ausbuchtung zwischen die beiden Tuberkel hinein (T. VIII, F. 9*b*, 13*a* T. XVI, F. 20), woraus zu ersehn, dass die Basalloben noch vollständig zur Glabella gehören und nicht zu einem besondern Ringe wie bei *Sphaerocoryphe*. Die Glabella erscheint durah die tiefen Dorsalfurchen ringsum abgeschnürt, was besonders auf dem Steinkern

sichtbar ist. Die Oberfläche der Glabella mit feinen rundlichen Tuberkeln bedeckt. Die Wangen dreieakig, von den Dorsalfurchen zum Auge ansteigend und von hier nach allen Seiten abfallend. Der hintere Zweig der Gesichtsnath geht vom Auge, das in der Mitte der Wange der Andeutung der zweiten Seitenfurche der Glabella gegenüber liegt, nach hinten gewandt zum Seitenrand, den sie etwas vor den Hinterecken schneidet, die in kurze spitze stark divergirende Hörner ausgezogen sind. Die Randschilder bilden ein stumpfwinkliges gleichschenkliges Dreieck, dessen innerer Theil von der Wangen-Wölbung, der äussere vom breit gewölbten Seitenrand und der flachen Seitenfurche eingenommen wird, die an den Hinterecken mit der tiefen Occipitalfurche communicirt. Die ganze Oberfläche der Wangen ohne Tuberkel, aber mit scharf ausgeprägten ziemlich groben Grübchen bedeckt. An dem Occipitalrande, zu beiden Seiten des Nackenringes sieht man die schmalen am Ende hakiggekrümmten Leisten, die für den Vorder- und Hinterrand der Pleuren bei den ächten *Cheirurus*- und *Cyrtometopus*-arten charakteristisch sind.

Von Leibesgliedern ist nichts erhalten, wohl aber ein *Pygidium*, das ich der ähnlichen Sculptur der Oberfläche wegen: es ist mit feinen rundlichen Tuberkeln bedeckt wie die Glabella unserer Art — hierher ziehe. Das ganze Pygidium (T. VIII, F. 16) ist mehr als halbkreisförmig vorgezogen, flach gewölbt; die Rhachis stumpf, 4 gliedrig, die beiden letzten Glieder verwachsen; das Endglied geht in eine kurze Spitze aus, die vom Grunde der Pleuren des dritten Gliedes vollkommen umschlossen wird. Es sind daher nur 6 freie Spitzen am Pygidium vorhanden, die aus den oblongen am Ende abgerundeten Pleurenenden der 3 ersten Glieder bestehen. Die beiden ersten schmälern Pleuren sind tief gefurcht, fast bis zum Ende; die dritte breitere nur am Grunde. Aus dieser Beschaffenheit der Pleuren des Pygidiums lässt sich schliessen, dass auch die Pleuren der Leibesglieder Längsfurchen gehabt haben wie *Ch. clavifrons*, und nicht etwa eine eingedrückte Reihe von Grübchen wie der in mancher Beziehung ähnliche *Cheir.* (*Actinopeltis*) *globosus* Barr. und *Gryphus* Barr., die ausserdem ein 8-spitziges Pygidium, weniger von der übrigen Glabella isolirte Basalloben und eine vollständige Verbindung zwischen Dorsal- und Seitenfurche haben.

Nieszkowski hat unser Pygidium schon in Händen gehabt und als *Sphaerexochus hexacdatylus* beschrieben. Es wäre dieses eigentlich der ältere Name; da wir aber über die Zugehörigkeit nicht ganz sicher sind, so müssen wir schon bei dem unschönen Namen *pseudohemicranium*, bleiben obgleich die Aehnlichkeit mit *Ch. hemicranium* Kut. eine recht geringe ist. Die beiden obenerwähnten Varietäten oder Subspecies unterscheiden sich vorzugsweise durch ihre Grösse und die Form ihrer Glabella. Die ältere Form, var. *dolichocephala* ist zuerst wenigstens, im Brandschiefer, viel kleiner, mit ovaler Glabella; die Wölbung derselben viel höher und steiler; die Andeutungen der ersten beiden Seitenfurchen erscheinen als rundliche (auf dem Steinkern) Grübchen hart über der Dorsalfurche ohne diese zu berühren, auch scheinen die Wangenhörner weniger stark zu divergiren. Hierher gehören F. 9, 10, 15 auf T. VII, F. 19 auf T. XI und F. 20, 21 auf T. XVI. Die typische Form (T. VII, F. 13, 14, T. XVI, F. 18,19) ist grösser, von kreisförmigem, selten

etwas in die Längen gezogenem Umriss, und von flacherer Wölbung der Glabella. Die ersten beiden Seitenfurchen erscheinen als längliche schmale Narben die ebenfalls die Dorsalfurche nicht erreichen.

Wir haben schon früher erwähnt dass unsre Art durch die isolirten tuberkelartigen Basalloben der Glabella sich der Gruppe *Sphaerocoryphe* nähert, von der sie sich durch den Mangel der Seitenzähne und durch das Vorspringen des Glabellagrundes zwischen die Basalloben unterscheidet sowie auch durch den deutlichen wulstigen Rand am Vorderflügel vor den Augen, wie er für jeden *Cyrtometopus* charakteristisch ist.

Maasse:	des Kopfschildes		der Glabella.	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite:
Var. *dolichocephala* . .	—	—	6 mm.	5 mm.
	—	—	9,5 »	8 »
	—	—	14	11 »
Forma typica	16 mm.	35 mm.	14	15 »
	15 »	— »	14	14 »
	4 »	— »	17	14,5 »

Vorkommen. Nur in Estland anstehend. Die var. *dolichocephala* in kleinen Formen bisher ausschlieslich im Steinbruch bei Kokka, ein paar Werst von Baltischport an der baltischen Bahn, im Brandschiefer (C_2); etwas grössern Formen schon einen Uebergang bildend (auch durch die stark divergirenden Wangenhörner) zur typischen Form in der Itferschen Schicht (C_3) am Grunde der Felsstufe von Kawast, sowie in der Jeweschen Schicht bei Poll und Nömmis an der baltischen Bahn. Die *Forma typica* nur in der untern Abtheilung der Jeweschen Schicht, vorzugsweise bei St. Mathias gefunden, aber auch bei Sammomä unweit Rasik an der baltischen Bahn, und bei Arknal in der Gegend von Wesenberg. Bis auf die Originalexemplare von Nieszkowski, die der Dorpater Naturforschergesellsch. gehören, befinden sich alle übrigen Stücke im Revaler Museum.

Erklärung der Abbildungen. T. VIII, F. 9, 10, var. *dolichocephala* aus dem Brandschiefer (C_2) von Kokka bei Baltischport; F. 13, 14 die typische Form, von St. Mathias (D); F. 15 Zwischenform von der Grösse der Hauptform aber mit länglicher Glabella und grubenartig eingedrückten Spuren der Seitenfurchen derselben aus der Itferschen Schicht von Kawast (C_3); F. 16 ein Pygidium wahrscheinlich der Hauptform als Geschiebe bei Pühalep auf Dago gefunden (Mus. Dorpat) und schon von Nieszkowski (s. oben) beschrieben; T. XI, F. 28 Seitenansicht eines Kopfes der var. *dolichocephala* von Kokka bei Baltischport. Der Verlauf des hintern Zweiges der Gesichtsnath nicht richtig gezeichnet, daher neue Darstellung des nämlichen Stücks auf T. XVI, F. 20; T. XVI, F. 18 Kopf der typischen Form von St. Mathias von oben; F. 19 Seitenansicht desselben von Sammomä an der baltischen

Bahn; F. 20 Seitenansicht der Zwischenform (T. VII, F. 15) von Kawast um die Eindrücke an den Seiten der Glabella und in der Dorsalfurche zu zeigen.

Subgen. Sphaerocoryphe Ang.

Wir haben schon oben die Kennzeichen dieser Gruppe abgehandelt, die Angelin (Palaeontolog. scandin. p. 65) als besondere Gattung in der Familie der Cheiruriden aufgestellt hat. Sowohl Barrande als Linnarsson haben die Angelinsche Gattung nicht als selbstständige anerkannt, sondern sie bei *Staurocephalus* untergebracht, der sich wesentlich dadurch unterscheidet, dass die kuglige Anschwellung bei ihm nur dem Frontallobus angehört und die ersten beiden Seitenloben nicht daran Theil nehmen. Ausserdem hat *Staurocephalus* viel grössere Randschilder und die Wangen sind blos tuberculirt, nicht grubig, auch sind die Pleuren der Rumpfglieder bei ihm nicht gefurcht wie bei *Sphaerocoryphe*, die in allen diesen Punkten mit *Cheirurus* und speciell der Unterabtheilung *Cyrtometopus* übereinstimmt. Die Gruppe *Sphaerocoryphe* kennen wir ausser uns und in Schweden, wo Angelin zwei Arten *S. dentata* und *granulata* aufgestellt hat, aus dem englischen Untersilur, da der *Staurocephalus? unicus* W. Thoms. sp. (Salt. Monogr. brit. Trilob. p. 86, T. 7, F. 22—24) augenscheinlich hierher gehört. W. Thomson hatte ihn ursprünglich zu *Acidaspis* (mit einem ?) gebracht und die Gliederzahl 12 angegeben, die aber nach Salter durch kein Exemplar bewiesen werden kann. Die richtige Gliederzahl für *Sphaerocoryphe* bleibt noch festzustellen.

Zur Ergänzung der Angelinschen Charakteristik können wir noch hinzufügen, dass die Gesichtsnath vorhanden ist und ihr hinterer, nach vorn gewandter Zweig, sehr weit nach vorn am Seitenrande mündet, so dass die Randschilder sehr klein und dreieckig, mit spitzem Winkel an der Innenseite, wie bei manchen Cheiruren erscheinen. Ebenso ist ein Schnauzenschild vorhanden (T. VIII, F. 19). Die Wangen sind immer mehr oder weniger deutlich grubig, worauf schon Linnarsson (Vestergötl. cambr. och silur. bildning. p. 61) hingewiesen hat. Die Fortsetzung der Anschwellung des Vorderrandes längs des vordern Zweiges der Gesichtslinie bis zum Auge, wie bei unsern *Cyrtometopus*, habe ich nicht erkennen können, dagegen communicirt die Seitenfurche auch hier nicht mit der Dorsalfurche, die nach vorn in die Stirnfurche übergeht.

Cheirurus (*Sphaerocoryphe*) *cranium* Kut. sp. T. VIII, F. 7, 8.

1854. *Sphaerexochus cranium* Kutorga, Verh. d. Mineral. Gesellsch. p. 110. T. I, F. 1 a, b, c, d.
1858. — — Hoffm. Verh. d. Mineral. Gesellsch. p. 28. T. II, F. 1, (Copie d. vorigen).
1860. *Sphaerocoryphe dentata*? Eichw. Leth. ross. p. 1407.

Man sollte kaum glauben, dass das nämliche Exemplar unsrer Zeichnung und der Kutorgaschen Originaldarstellung zu Grunde gelegen habe; so verschieden sind beide von

einander. Man sieht daraus, wie leicht vorgefasste Meinungen einen Beobachter irre führen können. Es sollte eben ein *Sphaerexochus* sein, darum mussten die Gesichtslinien in den Hinterecken münden und werden auch so beschrieben, während ihre hinteren Zweige in Wirklichkeit vom Auge nach vorn gewandt zum Seitenrande verlaufen und ganz kleine dreieckige Randschilder, ganz wie bei der englischen Art, abschneiden.

Ebenso schildert Kutorga die Pleuren als ungefurcht, während sie doch in ihrem innern Theil deutliche Längsfurchen haben, wie sie auch Angelin für *Sphaerocoryphe* verlangt. Weiter wird der deutlich abgesetzten, hakenförmig endenden Gelenkleisten an den Pleuren keiner Erwähnung gethan, während sie doch ganz so wie bei den ächten Cheiruren ausgebildet sind. Dass Kutorga die feine Zähnelung am Hinterrande der Pleuren nicht bemerkt hat, ist eher zu verzeihen, denn sie ist nur mit einer sehr scharfen Loupe zu erkennen. Im Uebrigen ist die Form des Kopfschildes ziemlich richtig dargestellt; es ist breit dreieckig, mehr als noch einmal so breit wie lang. Die Glabella, kuglig angeschwollen, ragt über den Vorderrand hervor und ist am Grunde nur wenig eingeschnürt; an ihrem Grunde, zwischen ihr und dem Nackenring, lässt sich ein schwach angedeuteter Ring erkennen, dessen etwas anschwellende Seitentheile dem dritten Seitenloben anderer Cheiruriden entsprechen. Der Seitenrand ist breit und flach gewölbt. Die Hinterecken erscheinen auf unserem Exemplar abgerundet: es ist aber eben ein gerolltes Exemplar; bei einem im übrigen unvollständigen Stück aus dem Kuckersschen Brandschiefer habe ich deutliche, in lange wenig divergirende Hörner ausgezogene Spitzen erkennen können, wie sie *Sphaerocoryphe* zukommen. Die ebenfalls in dieser Gattung verlangten Zähne am Seitenrande, oberhalb der Hinterecken, können wir allerdings nicht nachweisen; unser Originalexemplar zeigt aber eine eigenthümliche Anschwellung oberhalb der Hinterecken, die wohl auf abgeriebene Seitenzähne hindeuten kann. Die Oberfläche der Glabella ist fein gekörnt, wie schon Kutorga richtig dargestellt hat, die Wangen undeutlich grubig.

In F. 8 habe ich eine Glabella abgebildet, an deren Vorderrand noch ein Theil des Hypostoma erkennbar ist. Hier ist kein Schnauzenschild zu erkennen; da es aber bei verwandten Arten so schmal und leicht verschiebbar ist, brauchen wir darum seine Nichtexistenz noch nicht für bewiesen zu halten. Die Zahl der Leibesglieder ist ganz bestimmt 9, und nicht 10 wie Kutorga angiebt. Natürlich können wir unser einziges Exemplar noch nicht für absolut massgebend ansehen.

Die Rhachis der Pleuren ist schmal, gewölbt; die Pleuren selbst in ihrer Mitte gekniet, die Aussentheile verschmälert, in stumpfe Spitzen ausgezogen.

Am Pygidium, dass sehr undeutlich ist, kann ich nicht mehr sehn als Kutorga F. 1 a. dargestellt hat. Drei Paar abgerundete Seitenlappen sind zu erkennen, die nach Analogie mit unsrer F. 16 auf T. VIII. und auch mit *Sphaerexochus*, eher auf ein viergliedriges als auf ein dreigliedriges Pygidium hinweisen, wie Kutorga annimmt.

Masse: Unser Originalexemplar zeigt 7 mm. Breite bei 3 mm. Länge des Kopfschildes, ohne die Protuberanz der Glabella; mit derselben 4 mm. Die Breite der Rhachis der

Leibesglieder beträgt 2 mm. Bei grössern isolirten Glabellen habe ich bis 5 mm. Höhe bei 4,5 mm. Breite gefunden, während diese bei dem Originalexemplar nur 3 mm. beträgt.

Vorkommen. Vorzüglich im Bette des Flüsschens Pulkowka ausgewaschen gefunden, wo die isolirten Glabellen nicht selten sind. Das einzige vollständige Exemplar, Kutorga's Original, gehört der hiesigen Universitätssammlung an. Ausserdem sind mir Glabellen und unvollständige Kopfschilder im estländischen Brandschiefer (C_2) bei Kuckers und Baltischport vorgekommen, auch in der Kuckers'schen Schicht bei Reval (Plautin). Darnach zu schliessen, wären die Stücke von Pulkowa dem dort gut entwickelten Echinosphaeritenkalke (C_1) zuzuschreiben.

Erklärung der Abbildungen. T. VIII, F. 7. Vergrösserte Darstellung des Kutorga'schen Originalexemplars, von dem es eine ganz richtige Darstellung giebt, bis auf die bei meiner Figur nicht berücksichtigte Tuberkulirung der Glabella. F. 8. eine Glabella mit einem Stück des Hypostoma aus der Volborth'schen Sammlung (ebenfalls von Pulkowa).

Cheirurus (*Sphaerocoryphe*) *Hübneri* n. sp. T. VIII, F. 11, 12. T. XI, F. 30. T. XII, F. 27.

1859. *Sphaerexochus cranium* Nieszk. Zusätze zur Monogr. d. Trilob. d. Ostseeprov. im Archiv f. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. Ser. I. Bd. II. p. 376, T. II. F. 6.

Unsre Art liegt uns nur in unvollständigen Kopfschildern, meist blossen Glabellen vor; sie unterscheidet sich von *Ch. cranium* durch ihre bedeutendere Grösse, durch die mehr vertikale, nicht nach vorn geneigte Stellung der kugligen Glabella zum übrigen Kopfschild, durch den stärker eingeschnürten Hals der kugligen Anschwellung und durch die auf Steinkernen immer erkennbaren Andeutungen der ersten beiden Seitenfurchen, die als schwache ovale Narben (T. XI, F. 30 b.) ziemlich hoch oben an den Seiten der Glabella zu sehen sind; von diesen Narben führen schwache, rippenartige, selten erkennbare Erhabenheiten (T. VIII, F. 11) etwas convergirend zum Halse und zur Dorsalfurche. Am Grunde der ersten Rippe erkennt man in der Dorsalfurche, dort wo diese in die Stirnfurche übergeht, jederseits eine deutliche Grube (am Steinkern). Ihre wahrscheinliche Bedeutung haben wir bei *Ch. pseudohemicranium* erwähnt. Beide Gruben sind vom bogenförmigen Vorderrande aus sichtbar (T. VIII, F. 12 a, b). Die dem dritten Seitenloben entsprechenden Tuberkel am Grunde der kugligen Anschwellung sind deutlich markirt (T. XI, F. 30, T. XII, F. 27); die Oberfläche der Glabella fein tuberkulirt. Die Wangen deutlich grob punktirt. Die Hinterecken scheinen in Hörner auszugehen (T. VIII, F. 27). Seitenstacheln sind an unsern Stücken nicht zu erkennen.

Maasse: des Kopfschildes		der Glabella		
vom Hinter- z. Vorderande.	Vom Hinterrande z. Ende d. Glabella.	Breite.	Länge.	Höhe.
9 mm.	10,5 mm.	8 mm.	8,1 mm.	7,5 mm.
11,5 »	16 »	12 »	12,5 »	12 »

Vorkommen. Bisher nur im Steinbruch von Itfer bei Haljal in Estland, den ich seiner Fauna und Gesteinsbeschaffenheit nach als einem Mittelgliede (C_3) zwischen dem Kuckers'schen Brandschiefer C_2 und der Jewe'schen Schicht D angehörig betrachte, das nur im östlichen Estland erkennbar ist. Die meisten Stücke sind von mir gesammelt und gehören dem Revaler Museum; das älteste und vollständigste Stück hatte schon vor langen Jahren der Oberlehrer Hübner in Reval wahrscheinlich von dort erhalten (durch Herrn Consul Andreas Koch); es befindet sich mit der ganzen Hübner'schen Sammlung im Museum der Petrowski'schen landwirthschaftlichen Akademie bei Moskau.

Erklärung der Abbildungen. T. VIII, F. 11 und T. XII, F. 27, das Hübner'sche Originalstück; T. VIII, F. 12, das von Nieszkowski erwähnte Stück, der Sammlung der Dorpater Naturforschergesellschaft gehörig; T. XI, F. 30, eine unvollständige Glabella aus dem Revaler Museum.

Cheirurus (Sphaerocoryphe) cf. granulatus Ang. T. VIII, F. 17, 18, 19.

1854. *Sphaerocoryphe granulata* Ang. Palaeont. scand. p. 76. T. 39, F. 4.

Wir können diese Bestimmung nicht mit völliger Sicherheit vertheidigen, da auch die Angelin'sche Originaldarstellung sehr unvollkommen ist und wir namentlich die Gruben an den Seiten der Glabella, die Angelin in seiner kurzen Diagnose angiebt und auch abbildet, nicht mit Sicherheit nachweisen können. Bei Exemplaren mit wohl erhaltener Schaale habe ich überhaupt entweder gar keine, wie bei F. 17 u. 19, oder nur Eine hinterganz undeutliche Grube wie bei F. 18 nachweisen können. Nur an Steinkernen schienen die Gruben deutlicher zu sein. Nichtsdestoweniger halte ich es für wahrscheinlich, dass wir es mit identischen Arten zu thun haben, weil die Trilobiten des Leptaenakalks von Dalarne, aus dem die *Sph. granulata* stammt, so sehr viel Uebereinstimmung mit unsern Formen aus der Lyckholmer und Borkholmer Schicht zeigen.

Die von uns als *S. granulata* bestimmte Species ist die einzige von unsern *Sphaerocoryphe*-Formen, an der wir einen der wichtigsten Charaktere der ursprünglichen Angelinschen *Sphaerocoryphe* erkennen können: die freien Seitenzähne, die an dem Exemplar F. 17 deutlich erkennbar sind. Es ist nur Ein stark entwickelter, kräftiger spitzer Zahn vorhanden, der aus dem Seitenrande, direkt hinter der Ausmündung des hintern Zweiges der Gesichtslinie entspringt und vertikal zum Seitenrande gestellt ist.

Im Uebrigen ähneln unsere Stücke sehr dem *Ch. cranium* Kut. sp. bis auf ihre bedeu-

tendere Grösse und die stärker divergirenden Wangenhörner. Die Form des Kopfschildes ist breit dreieckig, die kuglige am Grunde nur wenig eingeschnürte Glabella neigt etwas nach vorn über. Am geraden Vorderrand lässt sich bei F. 18 deutlich das Schnauzenschild erkennen, das wie eine durch eine gerade Nath geschiedene Verdickung des Vorderrandes aussieht.

Die Dorsalfurchen sind tief, die Wangen stark gewölbt und nur mit undeutlichen Gruben versehen. Die unvollständig erhaltenen kleinen Augen scheinen stark erhaben zu sein. Der hintere Zweig der Gesichtslinie bildet mit dem vordern Zweige einen spitzen Winkel und geht vom Auge etwas nach vorn zum breiten Seitenrande, der den grössten Theil des kleinen dreieckigen Randschildes einnimmt. Eine Verbindung der Seitenrandfurche mit der vereinigten Dorsal- und Stirnfurche, ist nicht zu erkennen; ebenso ist auch die Grube an der Uebergangsstelle der Dorsal- in die Stirnfurche nicht deutlich, wird aber wohl an Steinkernen zu erkennen sein. Am Grunde der Glabella sind die getrennten dritten Loben deutlich als mässige, längliche (von rechts nach links) Anschwellungen zu erkennen, zwischen denen ein flacher Zwischenraum bleibt, in den der Hauptheil der Glabella nicht hineinragt. Ebenso ist auch die am Ende hakenförmige Gelenkleiste am Grunde des Hinterrandes zu erkennen.

Maasse:	des Kopfschildes		der Glabella	
	Länge vom Vorder- zum Hinterrande.	Entfernung vom Hinterrande z. vordern Ende der Glabella.	Länge.	Breite.
	11 mm.	18,5 mm.	13 mm.	15,5 mm.
	7 »	10,5 »	7,5 »	7,5 »
		6 »	5,5 »	5

Vorkommen. Die meisten und besten unsrer Stücke sind von Herrn Pahnsch als Geschiebe der Lyckholmer Schicht bei Schwarzen in Estland gefunden worden und gehören dem Revaler Museum an. Ausserdem ist Ein Stück bei Palloküll auf Dago gefunden, das ebenfalls der Lyckholmer Schicht angehört und eine Glabella bei Borkholm. Die schwedische *Sphaerocor. granulata* stammt wie erwähnt aus dem Leptaenakalk von Dalarne.

Erklärung der Abbildungen. T. VIII, F. 17 a, b. Ein Kopfschild von Schwarzen in Estland mit erhaltenem Seitenzahn, dem Revaler Museum gehörig; F. 19 ein Stück eben daher, mit erhaltenem Schnauzenschild; F. 18 eine Glabella vom Pallokülla Krug auf Dago, aus der Sammlung des Dorpater Naturforschervereins.

Subgenus Pseudosphaerexochus m.

Wie wir schon früher gesagt, rechnen wir zu dieser Gruppe eine Anzahl von unsern

und schwedischen Trilobiten, die bei einer dem *Sphaerexochus* ähnlichen Kopfbildung, 12 Leibesglieder und ein viergliedriges Pygidium haben.

Von unsern Formen werden sogleich drei Arten abgehandelt werden, von denen wir bei zweien die volle Zahl der Leibesglieder nachweisen können. Von schwedischen Arten rechne ich hierher die Angelin'schen Sphaerexochusspecies: *conformis, granulatus, Wegelini* und vielleicht auch *deflexus*, sowie den schon oben erwähnten *Sphaerexochus laticeps* Linnarsson (Westergotl. cambr. och siluriska bildningar p. 61, T. 1, F. 8, 9) zu welchem als Pygidium wahrscheinlich, wie Linnarsson selbst gegenwärtig zugiebt, der *Cheirurus latilobus* (l. c. F. 7) der von den nämlichen Fundorten stammt, zu nehmen ist. Linnarsson selbst stellt die Art an die Gränze von *Sphaerexochus* und *Cheirurus*. Speciell für unsre Untergattung sprechen die 12 ungefurchten Leibesglieder und die kurzspitzigen Hinterecken, kurz vor denen die Gesichtsnäthe am Hinterrande ausmünden, wie an dem wohlerhaltenen unbeweglichen Theil der Wangenschilder (joue fixe) zu erkennen ist. Auch das achtspitzige Pygidium stimmt zu unsern Formen. Vielleicht können auch die Angelinschen Cyrtometopusarten *C. octacanthus* und *decacanthus* hierher gerechnet werden. Ebenso stimmt sehr gut zu unserem Subgenus der englische *Cheirurus octolobatus* M. Coy, bis auf seine 11 Leibesglieder (s. unten b. *C. conformis*). Von canadischen Arten gehören vielleicht *C. prolificus* und *Mercurius* hierher.

Cheirurus (*Pseudosphaerexochus*) *hemicranium* Kut. sp. T. X, F. 1—4. T. XVI, F. 22—27.

1830. *Zethus uniplicatus* Pander. Beitr. z. Geogn. Reval. p. 140, T. V, F. 7?
1854. *Sphaerexochus hemicranium* Kut. Verh. d. min. Gesellsch. p. 112. T. I, F. 1.
— *platycranium* Knt. l. c. p. 114. T. II, F. 1?
1857. — *conformis* Nieszk. Monogr. d. Trilob. d. Ostseeprov. im Archiv für Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. B. I., p. 598, T. 3, F. 8, 9.
1858. — *hemicranium* Hoffm. Verh. d. mineralog. Gesellsch. p. 29. T. II. F. 2 (Kopie nach Kutorga).
1860. *Zethus uniplicatus* Eichw. Leth. ross. p. 1403.

Auch bei dieser Art sehn wir wieder, wie verschieden eine und dieselbe Art nach nahezu gleichartigen Materialien dargestellt werden kann. Bei einer Vergleichung von Kutorga's und meinen Abbildungen, wird man in den Details wenig Uebereinstimmung finden, und doch bin ich wegen der Identität in keinem Zweifel, da mir in der Volborthschen Sammlung Abgüsse nach den Kutorga'schen Originalstücken vorliegen. Die Nieszkowski'sche Darstellung ist, wie bei dem mangelhaften Material nicht anders zu erwarten war, eine ganz ungenügende. Eichwald's Versuch, die Pander'sche Gattung *Zethus* in einem andern Sinne als Volborth wieder herzustellen, halte ich, wie früher auseinander gesetzt, für verfehlt. Die Deutung des unvollständig dargestellten *Z. uniplicatus* Pand. als unsre Art ist dagegen zulässig, obgleich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass

Pander ein Exemplar des an der gleichen Fundstelle vorkommenden *Cheirur. clavifrons* Dalm. vor sich gehabt habe, wofür namentlich die von ihm erwähnten Falten oder Furchen an den Pleuren der Leibesglieder sprechen würden.

Was ich mit dem oben angeführten *Sphaerexochus platycranium* Kut. anfangen soll, weiss ich noch nicht recht. Er soll sich wesentlich durch eine flachere Glabella und gestielte Augen unterscheiden. Er stammt ebenso wie *hemicranium* von der Pulkowka. Die Kutorga'schen Originalexemplare sind nicht vorhanden, auch keine Abgüsse. In der Volborth'schen Sammlung, die reichliches Material für *hemicranium* bietet, findet sich kein Exemplar, das ich für *platycranium* nehmen könnte. Es bleibt mir nichts übrig als einstweilen die Frage offen zu lassen, ob wir es hier mit einer besondern Art oder nur einer Varietät von *hemicranium* zu thun haben. Die letztere Art können wir um so genauer beschreiben. Der ganze Trilobit hat ausgestreckt (die ganzen Exemplare sind meist zusammengerollt), eine länglich eiförmige Gestalt; er ist etwa noch einmal so lang wie breit. Das Kopfschild nimmt etwa ein Drittel der ganzen Länge ein, das Pygidium nur ein Siebentel bis ein Sechstel. Das Kopfschild ist gewölbt, mit stark hervortretender Glabella und abwärts geneigten Wangen. Auf der krummen Fläche, vom Nackenring aus gemessen, ist es ziemlich halbkreisförmig, in Projection natürlich etwas schmäler. Der Vorderrand ist gerade, die Seiten regelmässig gekrümmt; die Verbindungsstelle, wo die Randschilder sich an das Mittelschild anlegen, winklig ausgeschweift. Die Dorsalfurchen sind schmal und tief, bei erhaltener Schaale oft kaum zu erkennen (desto besser an Steinkernen) — da sich alsdann die Wangen fast direkt an die Glabella anlegen; sie divergiren vom Nackenringe an zuerst ein wenig, stehn an der Mitte der Glabella am meisten von einander ab, um sich alsdann in einem flachen Bogen wieder zu nähern und in der breiten Stirnfurche zusammen zu fliessen. Die tiefe und breite Seitenfurche verbindet sich in einem ausgeschweiften Bogen mit der Stirnfurche, begleitet dann den deutlich markirten, schmal gerundeten Seitenrand und geht endlich an den Hinterecken in einem parabolischen Bogen in die schmale Occipitalfurche über. Der anfangs bogenförmige Seitenrand selbst wendet sich nach den Hinterecken zu mehr gerade nach hinten und geht an den Ecken in kurze, (selten gut erhaltene) nach hinten gerichtete, dreieckige Spitzen aus. Die Glabella ist ziemlich halbkuglig, fast ebenso breit wie lang, in der Mitte am breitesten; sie steigt vom schmalen Nackenringe in sanfterer Wölbung bis zur grössten Höhe, etwas vor der Mitte (zwischen der ersten und zweiten Seitenfurche) an, um am Frontallobus in steilerer Wölbung zum Vorderrand abzufallen. An den etwa unter 45 Gr. geneigten Seiten treten die drei Seitenfurchen der Glabella deutlich hervor; sie stehn fast vertikal zur Dorsalfurche und sind nur ein ganz klein wenig nach hinten gebogen. Die erste Seitenfurche mündet sehr weit nach vorn, gleich hinter der Ausbuchtung der Randfurche (beim Uebergang in die Stirnfurche), daher der steil geneigte, kurze Frontallobus kaum ein drittel der ganzen Länge der Glabella einnimmt. Die ersten und zweiten Seitenloben fast rectangulär, etwas nach hinten gezogen, etwa von gleicher Länge wie der Frontallobus. Die Entfernung der entsprechenden Loben

von einander beträgt, auf der Fläche der Glabella gemessen, etwa das doppelte der Breite der Loben. Die dritte Seitenfurche ist breiter und tiefer als die beiden ersten; sie verläuft diesen anfangs fast parallel, um sich dann in einem steilen Bogen nach hinten zum Nackenring zu wenden, den sie jedoch nicht vollständig erreicht, wenigstens nicht in gleicher Stärke wie anfangs; es lässt sich nur eine ganz seichte Fortsetzung auf der Schaale erkennen, die auf dem Steinkern deutlicher wird und den dritten Seitenlobus als vollkommen getrennt erscheinen lässt. Die Form des Lobus ist rhombisch oval; die beiden Loben stehn (da die Glabella am Grunde schmäler und flacher wird), etwa um ihre eigene Breite von einander ab. Die ganze Oberfläche der Glabella ist deutlich fein tuberkulirt. Die Wangen sind ziemlich flach gewölbt, viel niedriger als die Glabella; vom Rande der Dorsalfurche zu den Augen steigen sie etwas steiler an und fallen von diesen allmälig zum Seitenrande. Die kleinen etwa halbkugligen Augen, stehn etwa in der Mitte der Höhe des Wangenschildes, gegenüber dem zweiten Seitenlappen der Glabella. Der stumpf dreieckige gewölbte Augendeckel erhebt sich steil, und ist am Grunde durch eine feine Querfurche von der Fläche des Wangenschildes geschieden. Die Gesichtslinien laufen vom Auge in einem concaven Bogen parallel der Dorsalfurche nach vorn, zum Ausschnitt des Vorderrandes, in den sie münden; der hintere Zweig verläuft ziemlich geradlinig, etwas nach hinten gewandt zum Seitenrande, den er kurz vor den Hinterecken (s. T. X, F. 1) schneidet. Die Randschilder sind daher ziemlich gross, erreichen etwas über 90 Gr. in ihrem innern Winkel, und nehmen nach aussen fast den ganzen Seitenrand ein. Die Oberfläche des Wangenschildes ist fein punktirt grubig; auf dem Occipitalflügel wie auf dem Nackenringe zugleich auch noch fein tuberkulirt wie auf der Glabella.

Das breite und kurze rectanguläre Schnauzenschild (T. XVI, F. 5) erscheint, wenn es vorhanden ist, nur als eine Verdickung des Vorderrandes, von dem es durch eine scharfe feine Linie getrennt ist; es ist daher leicht zu übersehn; selten erkennt man es in etwas verschobener Stellung.

Das nur einmal (T. X, F. 2) gefundene Hypostoma ist breit gerundet, parabolisch vorgezogen, mit einem flach aufgeworfenen Rande umgeben, der am Ende in eine stumpfe Spitze ausläuft. Zu erkennen sind noch die Basalflügel und auf dem Mittelkörper zwei seichte Einkerbungen, wie bei den ächten Cheiruren.

Der Thorax ist zwölfgliedrig[1]), die Rhachis schmal, stark gewölbt; die Pleuren unter stumpfem Winkel gekniet (T. XVI, F. 22), der innere Theil linear mit halb cylindrischer Oberfläche. Der äussere, kürzere lang keglig zugespitzt. Bei zusammengerollten Exemplaren berühren sich die Pleuren vollständig, ohne sich mit ihren Enden über einander zu schieben. Der innere Pleurentheil erscheint auf der Oberfläche auf den ersten Blick ganz glatt; nur bei genauerer Untersuchung bemerkt man schwach angedeutet eine Reihe

---

[1]) An mehreren Exemplaren gezählt, auch Eichwald sagt Leth. p. 1404 dasselbe; Kutorga giebt nur 11 Glieder an, doch ist bei der sonstigen Ungenauigkeit seiner Darstellung nicht viel darauf zu geben.

von obsoleten eingedrückten Punkten auf ihr (T. X, F. 3 b), die der Furche der ächten Cheiruren entsprechen. Eine schmallineare Gelenkleiste, die am Fulcrum mit einem scharfen Absatz endet (T. XVI, F. 28), ist am Vorderrande des innern Pleurentheils deutlich, am Hinterrande ist nichts dergleichen zu bemerken.

Das Pygidium (T. X, F. 4, T. XVI, F. 24) ist klein, viergliedrig, mit dreieckiger erhabener Rhachis und flachen Pleuren; die ersten beiden Glieder deutlich, den Leibesgliedern ähnlich; die Rhachis der beiden letzten meist stärker verwachsen, so dass sie oft als Eins erscheinen; es sind aber immer acht (vier jederseits) freie Pleurenenden da und schon dadurch die Vierzahl der Glieder erwiesen; die freien Enden sind linear, allmälig zugespitzt und ähneln den Pleurenenden des Thorax, die letzten beiden Paare sind fast gerade nach hinten gerichtet. Die Enden der Pleuren selten vollständig erhalten. Die innern scheinen nur wenig kürzer als die äussern zu sein.

Unsre Art ist nur mit der nächstfolgenden näher verwandt, die einer viel jüngern Schicht angehört.

Maasse: Die Exemplare sind ziemlich von gleicher Grösse; ein ausgestrecktes misst 23 mm. in der Länge, bei einer Kopfbreite von 12 und Länge von 8,5 mm. Das Pygidium ist 3,5 mm. lang und 7 mm. breit.

Vorkommen. In der Echinosphaeritenschicht (C_1). In der Volborth'schen Sammlung befinden sich eine ziemliche Anzahl vollständiger Exemplare aus der Umgebung von Pawlowsk, ebenso in der Eichwald'schen einige gute Stücke von eben daher und von Pulkowa. In Estland nur im östlichsten Theil gefunden, bei Narva und am Peuthof'schen Glint (Mus. Dorpat und Reval).

Erklärung der Abbildungen. T. X, F. 1 a, b, c, d ein wohl erhaltenes Kopfschild der Volborth'schen Sammlung aus Pawlowsk in natürlicher Grösse und vergrössert; F. 2 Ansicht von der Unterseite mit Hypostoma und der untern Ansicht des Pygidiums; F. 3 a ein ausgestrecktes Exemplar nat. Gr. eben daher; F. 3 b, ein paar Leibesglieder, verbessert T. XVI, F. 26; F. 4 ein Pygidium eben daher; T. XVI, F. 22 ein ganzes Exemplar von der Seite; F. 23 ein Kopf von oben; F. 24 die Umgebung des Auges vergrössert; F. 25 Unterseite des Kopfes mit dem Schnauzenschild; F. 26 ein paar Leibesglieder mit den vordern Leisten; F. 27 ein Pygidium mit erhaltenen Spitzen. Alle Stücke aus der Volborthschen Sammlung.

Cheirurus (*Pseudosphaerexochus*) *conformis* Ang. sp. T. X, F. 5, 6, 7, 9; T. XVI, F. 28—30.

1854. *Sphaerexochus conformis* Ang., Pal. scand. p. 76, T. XXXIX, F. 2.
» — *granulatus* Ang. l. c. f. 3 ?
1857. — *deflexus* Nieszk. Monogr. Trilob. l. c. p. 598. T. III, F. 10, 11.

Steht der vorigen Art sehr nahe; wir können sie aber noch nicht genügend beschreiben, da wir nur mangelfaftes Material zur Verfügung haben. Es liegen uns zwar zwei Exemplare vor, an denen wir die Zwölfzahl der Leibesglieder constatiren konnten, die Kopfschilder sind

aber alle unvollständig und zu ihrer Beschreibung müssen wir uns mit einer Combination von verschiedenen Bruchstücken begnügen.

Das Kopfschild ist gewölbt, mit steil abwärts geneigten Wangen; auf krummer Fläche gemessen ist es ziemlich halbkreisförmig, in Projection erscheint es natürlich viel schmäler. Die Dorsalfurchen sind breit und tief: von ihnen steigen die Wangen bis zum Auge steil an um dann allmählich zum Aussenrande abzufallen. Die Glabella ist oval-oblong, in der Mitte am breitesten, nach vorn verschmälert, etwa $1^1/_4$ bis $1^1/_3$ mal so lang wie breit; ziemlich gleichmässig gewölbt, in der Mitte am höchsten, nach vorn in allmähliger Rundung abfallend. Sämmtliche Seitenloben ziemlich von gleicher Breite. Der Frontallobus kurz, nach vorn geneigt. Die Seitenfurchen wenig nach hinten geneigt, fast vertical zur Dorsalfurche; die erste sehr kurz, die zweite länger, doch bleibt der Zwischenraum zwischen den beiderseitigen zweiten Furchen immer mehr als zweimal länger als die Länge dieser Furchen selbst. Die dritte Seitenfurche stärker und tiefer, hat anfangs die Richtung der andern Furchen und biegt sich dann nach hinten, um nach der Nackenfurche zu sich allmählich zu verlieren (auf Steinkernen geht sie durch wie bei voriger Art). Die beiden dritten Seitenloben sind oval rhombisch und um ihre eigene Breite von einander entfernt. Die ganze Oberfläche der Glabella ist fein tuberculirt. Die Wangen zeigen einen kräftigen gerundeten Rand, der an den Hinterecken in eine kurze flache dreieckige Spitze ausgeht (F. 7 *a*) und von einer tiefen Seitenfurche begleitet ist, die sich in einem Bogen mit der Occipitalfurche verbindet. Die Augen befinden sich ziemlich in der Mitte der Wangen, gegenüber dem zweiten Seitenlobus der Glabella; von ihneu geht der vordere Zweig der Gesichtsnath parallel der Dorsalfurche nach vorn, der hintere, etwas nach hinten gewandt zum Seitenrande, den er kurz vor den Hinterecken schneidet. Die Wangen sind mit feinen eingedrückten Punkten versehen und zeigen namentlich auf dem Occipitalflügel ausserdem noch eine deutliche Tuberkulirung; kurz Alles wie bei der vorigen Art, von der sich das Kopfschild der unsern nur durch seine längere Glabella, die breiteren Dorsalfurchen und die tieferen Seitenrandfurchen unterscheidet.

Auch der Mittelleib ist ähnlich gebildet; wir unterscheiden deutlich 12 Glieder; die Rhachis scheint etwas flacher gewölbt als bei voriger Art; sie ist nur wenig schmäler als die Pleuren, die ein deutliches Knie zeigen von dem die äussern Pleurentheile nach abwärts und nach hinten gewandt sind. Diese äussern Pleurentheile sind von konischer lang zugespitzter Form und etwas kürzer als die halbcylindrischen innern Pleurenantheile, die nur ganz undeutliche Spuren von einer eingedrückten Punktreihe zeigen (T, X, F. 7 *b*.). Auf der Hinterseite zeigen die innern Pleurentheile eine ganz schwache schmale Leiste (in F. 7 *b* zu stark angegeben), auf der Vorderseite ist die Leiste stärker, ebenfalls linear und hört mit einem plötzlichen Absatz auf (T. XVI, F. 29) wie bei voriger Art. Diese vordere Leiste wird aber nur sichtbar wenn man vom Vorderrande einer Pleure die nächst vorhergehende Pleure entfernt, da sonst bei ganzen Exemplaren die gewölbten Pleurentheile einander fast berühren. Das Pygidium (T. X, F. 6 b, 7 c) ist halbkreisförmig mit gewölbter dreieckiger

Rhachis, die deutlich 3 Glieder zeigt, und flachen Seitenlappen, die deutlich in 8 feine, nach hinten gekrümmte Spitzen ausgehn. Bei unserem grössern unvollständigeren Exemplar (F. 7 *c*.) sieht man nur 7 Spitzen, das Exemplar ist aber augenscheinlich abnorm, da die mittlere Spitze etwas zur Seite gerückt ist. Die ganze Oberfläche des Thorax und Pygidium ist mit feinen zerstreuten Tuberkeln bedeckt.

Als Varietät ziehe ich zu dieser Art eine in der nämlichen Schicht vorkommende etwas grössere Form von bedeutenderer Breite in der Mitte (T. X, F. 9, T. XVI, F. 30), die nur wenig, etwa $^1/_{10}$ länger als breit ist, im übrigen aber, soviel man aus der allein erhaltenen Glabella schliessen kann, namentlich in den Wölbungsverhältnissen übereinstimmt: die grösste Höhe liegt in der Mitte und von hier fällt die Wölbung allmählich nach vorn und hinten ab. Die dritte Seitenfurche der Glabella, zeigt am Ende ihrer horizontalen Richtung nur eine ganz kurze hakenförmige Biegung nach hinten und bleibt von der Nackenfurche weit entfernt mit der sie nur durch eine ganz leichte Einsenkung verbunden ist. Unsere Varietät erinnert an den ebenfalls nur als Glabella bekannten *Sphaerexochus granulatus* Ang. l. c. p. 76, T. 39, F. 3, von dem mir auch ein Gypsmodell des Originales vorliegt; bei diesem ist nur der Abfall der Glabella nach vorn stärker und die dritte Seitenfurche weiter nach hinten, nach dem Nackenringe zu geführt. Die Oberfläche ist bei der Var. und bei *S. granulatus* ganz ebenso fein tuberculirt wie bei der Hauptform. Der von Angelin angegebene diagnostische Unterschied zwischen *S. granulatus* und *conformis*, dass bei ersterem der Frontallobus breiter, bei letzterem schmäler als die übrigen sei, habe ich an den Originalexemplaren nicht herausfinden können. Die schwedischen Originale, die ja auch aus einer und derselben Schicht stammen, zeigen, soviel ich sehn kann, nur in den Dimensionen Unterschiede. Der schwedische *S. granulatus* ist viel grösser, die Glabella ist 17,5 mm. lang bei 16 mm. breit, während ein Originalstück von *conformis* nur 8 mm. Länge bei 7 mm. Breite zeigt, also auch im Verhältniss der Länge zur Breite kein Unterschied, wie ich doch zwischen unsern beiden Varietäten constatiren kann, zwischen denen übrigens auch Zwischenformen vorkommen. In der Grösse findet zwischen unsern beiden Formen kein Unterschied statt. Ueber die Identität unsrer typischen Form mit *S. conformis* Ang. bin ich nicht im Zweifel.

Interessant ist es unsre Art mit dem *Cheirurus octolobatus* M. Coy (S. Salt. Monogr. brit. Tril. l. c. p. 69 T. 5 F. 13, 14) zu vergleichen, den Salter zu seiner Gruppe *Actinopeltis* zieht und dem er 11 Leibesglieder zuschreibt. Wäre diese Gliederzahl nicht, so könnte ich versucht sein unsre Art mit der englischen zu identificiren; die Kopfform stimmt vollkommen (bis auf die bis zur Nackenfurche fortgeführte dritte Seitenfurche der Glabella, die auch Salter übrigens als nach hinten zu seichter werdend angiebt), ebenso die Beschaffenheit der Leibesglieder, auf denen keine Längsfurchen oder Punktreihen angegeben werden, sowie auch keine Einschnürung an der Grenze des innern und äussern Pleurentheils. Auch das Pygidium ist ähnlich und nur durch seine stumpfendenden Pleurenspitzen verschieden. Kurz das ganze Aussehn der Art spricht für Zugehörigkeit zu unsrer Unter-

gattung *Pseudosphaerexochus* und ich möchte die englischen Herrn Collegen bitten doch noch einmal genau nachzusehn, ob sich nicht auch 12 Leibesglieder herausfinden lassen.

Salter vergleicht die Art mit *Cyrtometopus affinis* Ang.; dieser gehört aber einer ganz andern Gruppe an und ist der nächste Verwandte des ächten *C. clavifrons* Dalm. Auch *C. affinis* hat wie wir gesehn haben eine ganz deutliche Längsfurche längs der Mitte des innern Pleurentheils, wie *C. clavifrons*. Was Nieszkowski (Monogr. T. Trilob. d. Ostseeprov. l. c. p. 593 . 3, F. 15) als *Cheirurus octolobatus* mit einem ? anführt ist ein Pygidium aus dem Brandschiefer (C_2) von Wannamois bei Tolks, das ich jetzt nicht näher besprechen kann, da ich das Original in der Sammlung des Dorpater Naturforschervereins nicht wieder habe auffinden können. Es mag das Pygidium einer zu unserm Subgenus gehörenden Art sein.

Maasse:	des Kopfschildes		der Glabella		des Pygidiums	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
Bei der Hauptform	10,5 mm.;	13 mm.	10 mm.	7,5 mm.	5 mm.	8 mm.
	—	—	10,7 »	7,5 »	— »	— »
	—	—	17 »	14 »	7 »	11 »
Bei der Varietät	—	—	12,5 »	11,5 »	— »	— »
	—	—	— »	15 »		

Vorkommen. Ziemlich selten in der Lyckholmer (F_1) und der Borkholmer Schicht (F_2). Die Hauptform bei Borkholm (Mus. Reval u. Dorpat), Kirna (Mus. Reval) und Hohenholm auf Dago (Coll. Volborth); die Varietät in Borkholm (F_2), Kurküll (F_1) und Kertel auf Dago (F_1). Im Auslande in dem zum gleichen Niveau gehörigen Leptaenakalk Dalekarliens.

Erklärung der Abbildungen. T. X, F. 5 *a*, *b*, Exemplar von Borkholm (Mus. Dorpat) schon von Nieszkowski beschrieben; F. 6 a, b, ein vollständiges Exemplar von Hohenholm; F. 7 ebendaher: *a* Theil des Kopfschildes, *b* einzelnes Leibesglied, in T. XVI, F. 29 verbessert, *c* Pygidium (beide Exemplare in der Volborthschen Sammlung); F. 9 Glabella der Varietät, aus Kurküll (Mus. Reval) zu flach gezeichnet, in T. XVI, F. 30 *a*, *b* verbessert wiederholt; T. XVI, F. 28 eine neue Ansicht des Stücks Fig. 5 auf T. X.

Als Anhang zur eben besprochenen Art erwähne ich noch eines Stücks aus der Jeweschen Schicht, das Hr. G. Pahnsch bei Friedrichshoff in Estland gefunden hat und das sich jetzt im Revaler Museum befindet; es ist T. XI, F. 21 *a*, *b*, in nat. Gr. abgebildet. Das Stück ähnelt sehr dem *Ch. conformis*, die Form und Wölbung der Glabella ist ganz analog, vielleicht der Abfall zum Vorderrande etwas stärker. Der Hauptunterschied liegt in der dritten Seitenfurche, in der sich noch eine kleine der Furche parallele Wulst erhebt; auch ist die Furche von vorn herein etwas stärker nach hinten gewandt und erreicht auf dem Steinkern wenigstens die Nackenfurche; doch ist sie nach hinten zu viel seichter und

wird daher bei erhaltener Schaale wohl blind enden. Die Wangen sind ebenfalls stark abwärts geneigt und zeigen den Verlauf des hintern Zweiges der Gesichtsnath als deutlich nach hinten gewandt, wie es bei unsrer Untergattung die Regel ist. Die Glabella 13 mm. lang und in der Mitte 11 mm. breit. Im Museum der Berliner Universität glaubte ich bei meiner letzten Anwesenheit ein hierher gehöriges Geschiebe mit erhaltenen Hinterecken zu erkennen und habe das Stück dort als *C. Pahnschi* bezeichnet, wie wir unsere Form auch vorläufig nennen wollen.

Cheirurus (*Pseudosphaerexochus*) *Roemeri* n. sp. T. X, F. 8, T. XI, F. 22, 24.

1861. *Ceraurus* sp. Ferd. Römer foss. Fauna v. Sadewitz p. 78, T. 8, F. 10.

Es liegen uns nur einige Glabellen und ein wahrscheinlich dazu gehöriges Pygidium vor, von denen namentlich die Glabella soviel Eigenthümliches zeigt, dass ich wage sie nach Prof. F. Roemer zu benennen, der eine augenscheinlich hieher gehörige Glabella ohne Speciesnamen in seiner Arbeit über die Sadewitzer Diluvialgeschiebe abgebildet hat.

Die Glabella ist breiter als lang, schon am Grunde fast eben so breit wie in der Mitte, ziemlich flach gewölbt, steigt nach vorn allmählich an und fällt in steiler Wölbung am Frontallobus zum Vorderrande ab, daher die Vorderseite der Glabella wie abgestutzt aussieht. Die Wölbung ist so flach, dass man von oben her die Seitenfurchen der Glabella deutlich übersehen kann. Der Frontallobus ist sehr kurz, kaum so lang als die nächstfolgenden Loben, steil nach vorn geneigt; die erste Seitenfurche mündet ganz vorn (schon am Vorderrande) und ist kürzer als die übrigen; der Zwischenraum von einer Furche zur entsprechenden der andern Seite ist etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie die Furche selbst. Die zweite Furche, noch immer vor der Mitte der Glabella gelegen, ist länger, der entsprechende Zwischenraum etwa ebenso lang als die Furche selbst; die dritte stärkere Furche selbst ist etwas mehr nach hinten gewandt, am Ende in einen kurzen Haken auslaufend, dessen Ende noch beträchtlich von der Nackenfurche absteht, so dass die Form und Grösse des dritten Lobus sich nur wenig von der des zweiten unterscheidet; der Zwischenraum zwischen den beiderseitigen dritten Loben beträgt nur die Hälfte der Breite der Loben selbst. Die Oberfläche ist fein tuberculirt. Die beiden von mir auf T. X und XI abgebildeten Glabellen unterscheiden sich in so weit, dass die erstere einen steiler geneigten Frontallobus und daher eine abgestutztere Form zeigt als die zweite, die bei regelmässigerer flach halbkugeliger Form noch mehr mit der Römerschen Darstellung übereinstimmt. An dem Exemplar T. X, F. 8 sieht man einen Theil der Wangen erhalten, die flach gewölbt scheinen; auch ist die Dorsalfurche wie es scheint nur flach angelegt. Von der nämlichen Localität, Borkholm, wie das letzterwähnte Stück stammt das Pygidium T. XI, F. 24, das ich seiner 8 Spitzen wegen von vorn herein für unsre Untergattung reclamirte, da überdem ausser Vertretern dieser Gruppe keine andere Cheiruriden in Borkholm vorkommen. Von dem Pygidium von *C. conformis*, der ebendaselbst vorkommt, weicht das jetzt besprochene durch länger zuge-

spitzte, stärker divergirende Spitzen ab; auch ist es verhältnissmässig viel länger. Die ganze Oberfläche ist ganz fein tuberculirt.

Verglichen kann unsre Art nur mit *Ch. conformis* und *granulatus* Ang. sp. werden, von denen sie sich durch die oben angegebenen Dimensionsverhältnisse hinlänglich unterscheidet.

Maasse:	der Glabella		des Pygidiums	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
des Exemplares T. X, F. 8	8,5 mm.	9,5 mm.		
» » T. XI, F. 22	6 »	7 »		
	— »	— »	7 mm.	11 mm.

Vorkommen. Selten in der Schicht F. Anstehend bei Borkholm (Mus. Reval) und als Geschiebe der Lyckholmer Schicht bei Schwarzen von Pahnsch gefunden (Mus. Reval). Auswärts als Geschiebe der Lyckholmer Schicht, bei Sadewitz in Schlesien.

Erklärung der Abbildungen. T. X, F. 8, a, b eine Glabella von Borkholm, mit einem Stück des Wangenschildes; T. XI, F. 22 eine Glabella von Schwarzen (die seitlich davon angebrachte Wulst gehört nicht zu diesem Exemplar); F. 24 Pygidium von Borkholm, das wahrscheinlich hierher gehört. In F. 23 auf derselben Tafel ist ein Randschild abgebildet, das ich bei Anfertigung der Tafel für hierher gehörig ansah; jetzt habe ich mich überzeugt, dass es zur ebenfalls unter den Geschieben von Schwarzen vorkommenden *Cybele brevicauda* Ang. gehört.

Subgenus Nieszkowskia m.

Die Arten dieser Gruppe zeichnen sich, wie oben gesagt, durch eine nach hinten angeschwollene Glabella, durch kleine Randschilder, in divergirende Hörner ausgehende Hinterecken, durch flache kaum gekniete Pleuren mit einer deutlichen eingedrückten Punktreihe auf dem innern Pleurentheil, sowie, wie es scheint, durch eine geringere (2—4) Zahl von freien Spitzen am 4gliedrigen Pygidium aus. Unter den 3 Arten, die wir anführen, können wir bei 1—2, nämlich *C. tumidus* und dem zweifelhaftern *euurus* Kut. die 12-Zahl der Leibesringe nachweisen. In Schweden hat Angelin die hierher gehörigen Formen alle zu seinem *Cyrtometopus* gebracht, so *C. gibbus* und *tumidus*, die wir auch bei uns haben, und ausserdem *C. diacanthus* (T. 22, F. 4), der vielleicht auch zugerechnet werden kann. Unser *C. variolaris* ist ebenfalls zuerst in Schweden von Linnarsson unterschieden worden. In England kennen wir keine hierher gehörige Form, dagegen gehören die canadischen Arten *C. perforator*, *glaucus* und *satyrus*, alle von Billings beschrieben, augenscheinlich zu unserer Gruppe. *C. Vulcanus* Bill. pal. foss. p. 284 u. 314, F. 271 u. 310) bildet, wie es scheint,

eine Mittelform zwischen unsern beiden Untergattungen der Eccoptochilegruppe. In Böhmen zeigt *C. pater* Barr. einige Aehnlichkeit in der Kopfbildung; die glatten Pleuren lassen aber noch Zweifel aufkommen.

Cheirurus (Nieszkowskia) tumidus Ang. sp. T. VIII, F. 20—24, T. XI, F. 28, T. XVI, F. 31—35.

1854. *Cyrtometopus tumidus* Ang. Pal. scandin. p. 78. T. 39, F. 12.
1854. — *gibbus* Angel. l. c. p. 78. T. 39, F. 13.
1860. *Zethus biplicatus* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1405, T. 55, F. 3.

Wenn man die Figuren 20 und 21 auf unsrer Tafel VIII mit 23 und 24 vergleicht und ebenso die Figuren 12 und 13 auf Angelin's T. XXXIX, so ergeben sich so deutliche Unterschiede, dass man sich fragen wird, wie ich darauf komme, zwei so gute Arten wie *C. tumidus* und *gibbus* zu vereinigen. Aber es sind eben eine Menge Übergänge vorhanden, von denen ich einige auf T. XVI, F. 31—35 zur Anschauung bringe. Die Wölbungsverhältnisse der Glabella, die meist allein erhalten ist, variiren ungemein, so dass wir höchstens Varietäten aber keine wohlgetrennten Arten unterscheiden können.

Aehnlich ist es Billings mit der verwandten Art *Ch. Vulcanus* (Geolog. surv. of Canada, Palaeozoic foss. p. 284 und 324, F. 271 und 310) gegangen, bei dem auch alle möglichen Wölbungsverhältnisse vorkommen.

Die Angelin'sche Diagnose trifft ebenso wenig zu, wie bei *Spaerexochus conformis* und *granulatus.* Er sagt von *C. tumidus*: Fronte tumida, sparsim elevato-punctata, lobis lateralibus subaequalibus, posticis introrsum indeterminatis, und von *gibbus:* Fronte laevi, postice gibba, lobis basalibus circumscriptis. Nun aber kommen bei beiden Arten glatte und fein tuberculirte Exemplare vor, und die Basal- oder dritten Loben von *C. gibbus* sind durchaus nicht vollständig umschrieben, sondern die Seitenfurchen enden ebenso blind wie bei *tumidus*, wie auch die Angelin'sche Abbildung F. 13 l. c. zeigt.

Die Eichwald'sche Beschreibung des *Zethus biplicatus* ist ein Muster von Ungenauigkeit und Willkür. Warum soll bei dieser Art die Glabella seitlich nur zwei Loben haben und der dritte Lobus ein accessorischer sein? wohl nur um zum wiederhergestellten *Zethus uniplicatus* einen *bi-* und *triplicatus* hinzuzufügen. Die dritte Seitenfurche geht durchaus nicht bis zur Nackenfurche, wie ich schon oben hervorhob. Auf dem Eichwaldschen Original ist allerdings mit dem Messer etwas nachgeholfen.

Mit einigem Zweifel ziehe ich hierher noch den ebenfalls aus der Umgebung Petersburgs, von der Pulkowka stammenden *Spaerexochus euurus* Kut. (Verh. mineral. Gesellsch. 1854, p. 116, T. II, F. 2), dessen Originalexemplar verloren gegangen ist. Die Form der Glabella und deren Seitenfurchen passt ganz gut, wenn es auch ein besonders flaches Exemplar der *Var. tumida* gewesen sein muss. Die ausdrücklich erwähnten feinen Tu-

berkel verbieten an die ungehörnte Form der nächsten Art zu denken. Kutorga giebt 10 Leibesglieder an und 3 Glieder des Schwanzschildes, von denen die ersten beiden Glieder denen des Thorax ähnlich gebildet sind, die des letzten sehr lange und breite Pleuren tragen. Wie auch die Abbildung lehrt, haben wir allen Grund, diese ersten beiden Schwanzglieder zum Rumpf zu rechnen und nur das letzte zum Schwanz, womit wir einen Bau desselben ähnlich dem *C. variolaris* erhalten würden, vorläufig freilich nur das erste Glied und Pleurenpaar des Pygidiums; an den hintern Gliedern sind wahrscheinlich keine Pleuren vorhanden gewesen, wie ja auch *C. variolaris* und *cephaloceros* nur 2 Paar Pleuren haben; die hintern wohl undeutlichen Rhachisglieder hat der Autor wahrscheinlich nicht erkannt, wie wir uns dessen von ihm nach frühern Erfahrungen wohl versehen können.

Das Kopfschild ist breit abgerundet halbmondförmig, auch in Projection meist etwas mehr als noch einmal so breit wie lang; die Wangen mässig geneigt. Die Glabella gewölbt, oblong, etwas (c. $^1/_5$) länger als breit, nach vorn eiförmig verschmälert, die grösste Breite in der Gegend der zweiten Seitenfurche nur wenig bedeutender als die Endbreite. Die Wölbung der Glabella meist nach hinten zwischen den Endloben am stärksten und hier oft zu einem förmlichen Höcker ansteigend, der steil zum Nackenringe abfällt, zuweilen aber auch die stärkste Wölbung in der Mitte zwischen den zweiten Seitenfurchen. Der Frontallobus immer mehr oder weniger steil nach vorn abfallend; bei stark erhobenem Höcker eine gleichmässige Neigung von diesem zum Vorderrande. Die Seitenfurchen allmählich immer stärker (was besonders von der dritten gilt, da die ersten beiden bisweilen parallel laufen) nach hinten gerichtet. Die ersten kurz, um das 2—3fache ihrer eignen Länge von einander entfernt, stark nach vorn gerückt, so dass der Frontallobus nur wenig länger als der erste und zweite Seitenlobus erscheint. Die zweiten Seitenfurchen schon länger, um das $1^1/_2$ bis 2fache von einander entfernt. Die dritten Seitenfurchen stärker, in einem Winkel von 30 bis 45 Gr. nach hinten gewandt und in einem Bogen nach der Nackenfurche zu verlaufend, die sie jedoch niemals erreichen. Die hintern Seitenloben von fast rechtwinklig- (der rechte Winkel von Nacken- und Dorsalfurche gebildet) dreieckiger Form, nur um ihre eigene Breite von einander entfernt. Die Oberfläche entweder ganz glatt oder mit feinen zerstreuten Tuberkeln besetzt, die oft nur andeutungsweise erscheinen.

Der Vorderrand selten erhalten, gerade, mit deutlicher und tiefer Stirnfurche: an seiner Unterseite ist ein breites und kurzes Schnauzenschild befestigt, das durch zwei kurze schräge Näthe von den Randschildern getrennt ist. An dem nämlichen Stück, das den Vorderrand und das Schnauzenschild zeigt (T. VIII, F. 22) ist auch das breit eiförmige Hypostoma zu sehn mit seinem breiten Rande und tiefer Randfurche. Mit einem Hypostoma der vorigen Gruppe, mit dem von *Cheir. hemicranium* (T. X, F. 2) verglichen, ist es schmäler, der Mittelkörper mehr gestreckt, mit deutlicheren Seiteneindrücken, überhaupt mehr von der gewöhnlichen Form eines Cheirurus-Hypostoma.

Die Wangen sind verhältnissmässig breit und kurz, mässig gewölbt. Sie erheben sich etwas zum Auge von der schmal linearen wenig vertieften Dorsalfurche. Der Randwulst

mit der Seitenrandfurche deutlich markirt. Die letztere communicirt mit der Stirnfurche und fast unter rechtem Winkel mit der Dorsalfurche. Die Augen sind mässig gewölbt, bilden mit der Sehfläche ein regelmässiges Kugelzweieck (T. XI, F. 28*b*), an dem die Facetten fast mit blossem Auge erkennbar sind. Sie befinden sich gegenüber dem zweiten Seitenlobus der Glabella, dessen ganzer Längenausdehnung (von vorn nach hinten) sie entsprechen. Der Augendeckel ist breit dreieckig gewölbt, am Grunde von einer deutlichen Querfurche durchschnitten (wie bei *Cyrtometopus*). Die hintern Zweige der Gesichtslinie laufen vom Auge fast parallel dem Hinterrand oder nur sehr wenig nach vorn gewandt, zu den Seitenrändern. Die Hörner der Hinterecken divergiren sehr stark und erreichen etwa die halbe Länge der Glabella. Am Hinterrande des Kopfschildes sieht man zu beiden Seiten des Nackenringes zwei ganz schwache Rippen angedeutet (T. VIII, F. 20*c*), die sich nach der Unterseite des Schildes verlieren. Sie entsprechen den Gelenkleisten der ächten Cheiruren. Die Oberfläche der Wangen ist ähnlich wie bei der Glabella glatt oder tuberculirt, ausserdem mit deutlichen eingedrückten Punkten versehen.

Die Leibesglieder sind 12 an der Zahl, wie ich bei zwei Exemplaren constatiren konnte. Die Rhachis mässig gewölbt, nimmt nach hinten stark an Breite ab (bei 11 mm. Breite des ersten Gliedes, nur 7 mm. am zwölften). Die Pleuren flach, etwa $1^1/_2$ mal so breit wie die Rhachis, kaum gekniet, etwas nach hinten gewandt; sie berühren einander vollständig. Der innere Pleurentheil mit einer deutlichen Längsreihe von eingedrückten Grübchen versehen, die bisweilen als Furche erscheinen. Der äussere Pleurentheil flach gewölbt, schwertförmig, im Durchschnitt platt gedrückt, etwas abwärts gebogen, mit sehr schwach markirtem Knie. Von Längsleisten am Innentheil der Pleuren habe ich nichts nachweisen können, doch sind sie wenigstens auf der Vorderseite zu erwarten. Die Oberfläche des Thorax mehr oder weniger mit zerstreuten feinen Tuberkeln besetzt wie das Kopfschild. Das Pygidium leider bei keinem einzigen Exemplar vorhanden.

Obgleich uns keine vollständigen Exemplare vorliegen, haben wir im Vorstehenden doch den Bau des Kopfes und Mittelleibes nach den zahlreichen Bruchstücken ziemlich vollständig erörtern können. Da die Art aus dem Vaginatenkalk (B) in die Echinosphaeritenschicht (C_1) hineinreicht und hier vorzugsweise, wenigstens bei uns, verbreitet erscheint, so war von vorn herein eine stärkere Variation der Formen zu erwarten. Unter den Formen des Vaginatenkalks können wir keinen so stark hervorragenden Höcker wie Angelin l. c. F. 13 ihn abbildet, nachweisen. Die stärkste Auftreibung nach hinten zu geben wir in F. 34 auf T. XVI. Gewöhnlich ist eine schwächere Anschwellung wie T. VIII. F. 20*b* und F. 35 auf T. XVI, doch immer die Anschwellung nach hinten zu deutlich. Unter den Formen des Echinosphaeritenkalks kommen Gegensätze wie T. XVI, F. 33 und T. VIII, F. 23 vor, dabei die erstere glatt, die zweite tuberculirt, dabei aber Zwischenformen wie T. XVI, F. 31, 32, so dass wir doch keine bestimmten Mutationen geschweige denn Species aufstellen können; die Gegensätze werden eben nach oben hin stärker, wenig-

stens bei uns; in Schweden scheint dasselbe Verhältniss schon im Orthocerenkalk vorhanden zu sein.

Maasse:

des Kopfschildes		der Glabella	
Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
10,5 mm.	20,5	10 mm.	9 mm.
12,5 «	26	—	—
19 «	40	18 «	15 «
—	—	17 «	14 «
—	—	22 «	18 «

Vorkommen. Meist isolirte Glabellen. Im Vaginatenkalk (B_2) in der Umgebung von Pawlowsk und Pulkowa die Form *tumida* (Coll. Volb. und Eichw.), auch bei Ljapino unweit Gostilizy (Coll. Plautin). Im schwedischen Orthocerenkalk von Husbyfjöl beide Formen *tumida* und *gibba* nach Angelin und den Sammlungen des Stockholmer Akademischen Museums. Im Echinosphaeritenkalk die Form *tumida* vorzugsweise bei Gostilizy, gefunden von Plautin und mir; in der Umgebung von Pawlowsk z. B. Katlino herrscht die Form *gibba* vor, und ist in der Volborth'schen Sammlung in zahlreichen Glabellen vertreten. In Estland sind nur ein paar vereinzelte Glabellen der Form *gibba* im Echinosphaeritenkalk bei Chudleigh und Reval (Mus. Reval) gefunden.

Erklärung der Abbildungen. T. VIII, F. 20 a, b, c die *forma tumida* aus dem Orthocerenkalk der Umgegend von Pawlowsk (Coll. Volb.); F. 21 dieselbe Form mit deutlichem Auge ebendaher, auf T. XVI, F. 35 verbessert wiederholt; F. 22 ein Hypostoma derselben Form ebendaher; F. 23 a, b und 24 die Form *gibba* aus dem Echinosphaeritenkalk der Umgebung von Pawlowsk (Coll. Volborth); T. XI, F. 28 a, b aus dem Echinosphaeritenkalk von Saborodje unweit Gostilizy; T. XVI, F. 31 Zwischenform von *tumida* und *gibba* nach dem Original von Eichwald's *Zethus biplicatus* (Leth. T. 55, F. 3) von Pulkowa, in d. Samml. d. Petersb. Universität; F. 32 eine tuberculirte und F. 33 eine glatte Variation der *forma tumida*, aus dem Echinosphaeritenkalk von Gostilizy (Coll. Plautin); F. 35 ebenfalls die *forma tumida* aus dem Orthocerenkalk von Ljapino (Coll. Plautin).

Cheirurus (Nieszkowskia) variolaris Linnarss. T. IX, F. 1—8, T. XI, F. 25, 26.

1859. *Sphaerexochus cephaloceros* Nieszk., Zusätze zur Monogr. d. Trilob. d. Ostseeprov. im Archiv für Naturk. Est-, Liv- u. Kurl. Ser. I, Bd. II, p. 375 (ex. pt.) T. I, F. 14, 15.

1869. *Cheirurus variolaris* Linnarsson, Vestergötl. cambriska och siluriska aflagring. p. 60, T. I, F. 6.

Schon Nieszkowski hatte auf unsre Form aufmerksam gemacht, indem er die grossen Glabellen von Odensholm mit grossen flachen Tuberkeln, von den kleinern (dem ächten

S. cephaloceros Niesz.) von Erras und Wannamois mit feinen runden Tuberkeln unterscheidet und die Vermuthung ausspricht, dass man später bei vollständigeren Exemplaren noch mehr specifische Differenzen finden werde. Linnarsson[1]) hat nun das Pygidium zuerst beschrieben und demselben einen Namen gegeben; später ist es ihm gelungen, wie er mir mittheilte, auch Stücke von Glabellen zu finden, die vom *Sphaerexochus cephaloceros* Nieszk. Aehnlichkeit haben. Wir haben auf unsrer Tab. IX. alle Stücke von Pygidien, die wir auf unsre Art beziehen konnten, abgebildet, aus denen man wohl eine Uebereinstimmung der von Linnarsson beschriebenen mit unsrer Art herleiten kann.

Ch. variolaris ist uns bisher nur in Bruchstücken bekannt, von denen wir die wichtigsten abgebildet haben. Nach einer ungefähren Reconstruktion, bei der wir die etwas vollständiger bekannten *C. tumidus* und *cephaloceros* zu Grunde gelegt haben, muss unsre Art die Grösse unsrer grössten Cheiruren, *C. exsul* und *spinulosus* mindestens erreicht, also bei einer Länge des Kopfschildes von 30—40 mm. eine Breite desselben von mindestens 60—80 mm. gehabt haben.

Ein besonders charakterisches Merkmal unsrer Art ist die eigenthümliche Tuberkulirung (daher auch der Name), an der man alle kleinen Bruchstücke wiedererkennen kann. Die Tuberkel sind gross, flach, auf der Glabella sowie auf der Rhachis des Thorax und Pygidium meist kreisrund (0,5—1,5 mm. im Durchmesser); auf den Wangen und den Pleuren in die Länge gezogen, elliptisch oder oblong bis 8 mm. lang.

Die Glabella ist oblong (etwa $1^1/_5$ mal so lang wie breit), hinten am breitesten, vorn etwas verschmälert und abgerundet; sie ist mässig gewölbt, die Wölbung meist hinter der Mitte am höchsten, nach vorn allmählig abgeflacht; hart über dem Nackenringe geht sie gewöhnlich in ein drehrundes spitzes Horn aus, das direkt nach hinten gerichtet ist, aber auch bisweilen fehlen kann *(var. mutica* T. XI, F. 25, 26).

Die Seitenfurchen der Glabella verhalten sich ganz wie bei der vorigen Art; die vorderen beiden sind parallel, gerade, unter etwa 30 Gr. nach hinten gerichtet, um das Doppelte ihrer Länge von einander (auf der Wölbung gemessen) abstehend; der mässig geneigte Frontallobus nur wenig länger als die beiden ersten Seitenloben. Die dritte Seitenfurche länger und stärker, bogig, unter etwa 45 Gr. nach hinten gewandt, aber von der Nackenfurche mit ihrem Ende immer noch um ein paar mm. abstehend. Die Endloben der Glabella fast dreieckig um ihre eigne Breite von einander abstehend.

Die Nacken- und Dorsalfurche nicht tief; der Vorderrand gerade; der Nackenring hoch gewölbt.

Die Wangen, so viel man sehen kann, flach gewölbt, mit länglichen flachen Tuberkeln und feinen eingestochenen Grübchen geziert. Die hintern Zweige der Gesichtslinie deutlich

[1]) Bei der Revision des vorliegenden Bogens kommt mir die Trauernachricht von Linnarsson's Tode zu. Wieder einer unsrer Siluriker aus voller Arbeit herausgerissen! Linnarsson war der beste Kenner der schwedischen Trilobiten: ich hatte sein Urtheil stets vor Augen beim Abfassen der vorliegenden Arbeit und hoffte, ihm mit derselben einige Freude zu bereiten. Er wird schwer zu ersetzen sein.

nach vorn gezogen (T. IX, F. 3). Die Hinterecken (F. 4) in lange, wenig divergirende Hörner ausgezogen. Das abgebildete Stück der Hinterecke mit dem Horn gehört zu einem verhältnissmässig kleinen Exemplar, konnte aber doch durch seine flache Tuberkulirung und geringere Divergenz von der an der gleichen Lokalität (Kuckers) gefundenen Hinterecke des *Ch. cephaloceros* (T. IX, F. 13) unterschieden werden.

Vom Thorax besitzen wir nur einzelne unvollständig erhaltene Glieder, an denen wir doch den Bau der Pleuren (T. IX, F. 5 a, b) ziemlich gut studiren können. Die Pleuren scheinen nach aussen etwas breiter zu werden. Der Innentheil ist vom Aussentheil, von oben gesehen, nur schwach geschieden; der letztere ist schwach nach hinten gebogen, platt gedrückt. Auf F. 5 b sieht man die Unterseite seines geschlossenen Umschlags. Der Innentheil ist flach gewölbt, mit einer deutlichen Längsreihe von eingedrückten Gruben versehen, und zeigt an seinem Vorderrande eine undeutliche Längsleiste.

Das Pygidium ist breit und flach, viergliedrig. Die beiden ersten Glieder sind vollständig ausgebildet mit schmaler bogenförmiger Rhachis und breit-lancettlichen flachen spitzen Pleuren, die sich von der Dorsalfurche an bedeutend erweitern, so zwar, dass die beiden Pleuren des zweiten Gliedes am Ende der Rhachis zusammenstossen (F. 8) und das zu einem eiförmig rhombischen Felde (T. IX, F. 6) verwachsene dritte und vierte Rhachisglied vollständig umschliessen. Wie Linnarsson annimmt, lässt sich dieses rhombische Feld auch so ansehn, dass die Pleuren des dritten Gliedes das vierte Pygidiumglied vollständig umschliessen, da auch hier noch die Scheidung von Rhachis und Pleuren angedeutet ist. Die Rhachisglieder zeichnen sich durch runde dichtstehende, meist in zwei deutlichen Reihen über einander angeordnete Tuberkel aus, durch die auch die Rhachis des dritten Gliedes von dem hinter ihr folgenden, mit zerstreuten Tuberkeln besetzten Theil des eiförmigen Feldes sich unterscheiden lässt. Das erste breiteste Pleurenpaar (F. 7) lässt auch noch deutlich einige eingedrückte eine Längsreihe bildende längliche Gruben erkennen, wie auf dem innern Theil der Thoraxpleuren. Das von Linnarsson abgebildete Pygidium scheint stärker divergirende Pleuren zu haben; im Uebrigen stimmt es nach der Bildung der Rhachis und nach der Sculptur vollständig mit unsern Exemplaren.

Durch General Plautin habe ich von Gostilizy ein paar Glabellen erhalten, die im Uebrigen vollständig mit den Estländischen stimmen, sich aber durch den Mangel des Horns am Hinterrande der Glabella (T. XI, F. 25, 26) auszeichnen. Ich bezeichne diese Form einstweilen als var. *mutica*. An der nämlichen Lokalität wurde auch ein Exemplar mit der Andeutung eines abgebrochenen Hornes gefunden.

Maasse:	des Kopfschildes	der Glabella	
	Länge.	Länge.	Breite.
	31 mm.	28,5 mm.	22 mm.
	— »	24 »	20 »
	32 »	30 »	24 »
	— »	40 »	— »

Die Pygidien sind zu unvollständig, als dass sie Maass zu nehmen erlaubten, doch weisen sie zum Theil auf grössere Exemplare hin als die Kopfschilder.

Vorkommen. In der Schicht C. Die Glabellen sämmtlich im eigentlichen Echinosphaeritenkalk: bei Gostilizy im Gouv. St. Petersburg die Hauptform und die var. *mutica* (Coll. Plautin); in Estland nur die Hauptform mit dem Stachel am Hinterrande der Glabella, bisher nur in vereinzelten Exemplaren bei Reval (Mus. Reval und Coll. Hübner in Petrowskoje bei Moskau), auf Rogö und Odensholm (Mus. Reval und Dorpat); die übrigen Theile des Kopfes und die Pygidien ausschliesslich im Brandschiefer von Kuckers und Wannamois (C_2), gegenwärtig in der Revalschen und Volborth'schen Sammlung. Auswärts im Chasmopskalk von Westgothland in Schweden (Linnarsson).

Erklärung der Abbildungen. T. IX, F. 1 a, b, eine Glabella von der Insel Gr. Rogoe in Estland (Mus. Reval); F. 2 ein Randschild (?) nach einem Abdruck im Brandschiefer von Wannamois bei Tolks (Coll. Volborth); F. 3 Stück des Occipitalflügels von Kuckers (Mus. Reval); F. 4 Hinterecke mit Horn, kleines Exemplar von Kuckers (Mus. Reval); F. 5 eine Pleure von Kuckers (Mus. Reval); 5 a, von oben; 5 b, der Aussentheil von unten mit der Mündung des Umschlags; F. 6, 7 Pygidium von Kuckers (Mus. Reval), bei 6 die Rhachis, bei 7 die erste Pleure erhalten; F. 8 Theil eines Pygidiums aus dem Brandschiefer von Wannamois (Coll. Volborth); T. XI, F. 25, 26 Glabellen der var. *mutica* von Gostilizy (Coll. Plautin).

Cheirurus (*Nieszkowskia*) *cephaloceros* Nieszk. T. IX, F. 9—16; T. XI, F. 27; T. XVI, F. 36, 37.

1857. *Sphaerexochus cephaloceros* Nieszk. Monogr. d. Trilob. d. Ostseeprov. im Archiv f Naturk. Liv-, Est- u. Kurl. Ser. I. Bd. I. p. 600, T. I. F. 5, 6.
1857. *Zethus triplicatus* Eichw. Bull. de Mosc. p. 327.
1860. — — Eichw. Leth. ross. p. 1406. T. 55, F. 2 a, b.

Schon in den fünfziger Jahren war diese Art in zahlreichen Glabellen von Eichwald, Nieszkowski und mir im Brandschiefer von Erras und Wannamois bei Tolks aufgefunden worden; aber erst 1874 gelang es mir, in der nämlichen Schicht bei Kuckers auch das Pygidium nebst einigen andern Theilen zu entdecken, die ich nach der übereinstimmenden Sculptur hierher ziehen konnte; das vollständigste Stück des Kopfschildes (F. 16) ist nach einem Abdruck von Odensholm gezeichnet.

Das Kopfschild muss wie bei *C. tumidus* breit halbmondförmig gewesen sein, mehr als noch einmal so breit wie lang: mit in lange divergirende Hörner ausgezogenen Hinterecken. Die Wangen mässig gewölbt, die Glabella hoch gewölbt, mit trapezoidalem Grundriss, etwas länger als breit, vorn wenig abgerundet, hinten am breitesten. Die Wölbung steigt von vorn nach hinten an; zwischen den Endloben bildet sie einen nach hinten über den Nackenring vorragenden Höcker, von dessen Spitze ein etwas abwärts gekrümmtes kurzes Horn

(F. 10) nach hinten abgeht. Die Entfernung vom Gipfel des Höckers zum Vorderrande ist bedeutender, als von diesem zum Nackenringe. Der Höcker bildet mit dem Nackenringe etwa einen Winkel von 120 Gr. Die Seitenfurchen der Glabella verhalten sich ähnlich wie bei den beiden frühern Arten. Die ersten beiden Furchen verlaufen einander parallel; die dritte stärkere, bogenförmige unter spitzerem Winkel nach hinten, wo sie blind endet, etwas unterhalb des Hornes; die Entfernung vom Nackenringe beträgt etwa ein Drittel der Länge der Furche. Die vordern Loben stehn um mehr als das Doppelte, die Endloben um etwas mehr als ihre eigene Breite von einander ab. Die Oberfläche dicht mit spitzen, kurz kegelförmigen Tuberkeln auf breiter Basis besetzt, an denen man jedes Bruchstück dieser Art erkennen kann.

Der Vorderrand ist geradlinig wie bei den verwandten Arten, der Seitenrand breit mit deutlicher Furche, die Dorsalfurche schwach angelegt. Das Auge ist ihr näher gerückt als bei *C. tumidus* und liegt gegenüber der Mündung der dritten Seitenfurche; der breite Augendeckel zeigt deutlich eine seinem Rande parallele Furche. Der vordere Zweig der Gesichtslinie geht ziemlich parallel der Dorsalfurche nach vorn; der hintere deutlich nach vorn abweichend — zum Seitenrand, wodurch der innere Winkel des Randschildes (F. 16) zu einem spitzen wird. Die Oberfläche der Wangen zeigt eine ähnliche Sculptur wie die Glabella, ausserdem noch wie gewöhnlich, zerstreute eingestochene Punkte. Die stark divergirenden spitzen Hintereckenhörner kommen an Länge etwa dem übrigen Theil des Seitenrandes gleich.

Die Leibesglieder verhalten sich ähnlich wie bei der vorigen Art. Der Aussentheil der Pleuren ist ohne scharfes Knie nach hinten und etwas abwärts gebogen (F. 14); er ist von breit schwertförmiger Form, plattgedrückt und lässt deutlich eine Gleitfläche auf der Vorderseite erkennen, die etwas abwärts geneigt und feiner tuberkulirt ist. Der Innentheil der Pleure ist linear, etwas kürzer als der äussere und trägt eine deutliche Längsreihe eingedrückter Grübchen.

Die Oberfläche der Leibesglieder wie des Pygidiums ist mit ähnlichen spitz-konischen Tuberkeln besetzt wie das Kopfschild.

Das Pygidium (T. IX, F. 15), richtiger auf (T. XI, F. 27, T. XVI, F. 37) ist viergliedrig. Wie bei der vorigen Art besteht es aus einer dreieckigen, flach gewölbten Rhachis und zwei freien Pleuren. Die beiden ersten Rhachisglieder erscheinen als deutlich abgesetzte bogenförmige Ringe, die mit zerstreuten feinen Tuberkeln besetzt sind. Das erste Pleurenpaar ist am Grunde schmal, erweitert sich dann schnell und geht in lange zugespitzte, flach gewölbte, zuerst stärker divergirende, dann in einem leichten Bogen etwas nach innen gekehrte Hörner über. Am Grunde des ersten Pleurenpaares erkennt man noch einige eingedrückte Grübchen, entsprechend den Pleuren der Leibesglieder. Die Länge der Hörner beträgt mehr als das Doppelte der Breite des Pygidiums am Grunde desselben. Das zweite Pleurenpaar ist am Grunde ebenfalls schmal, nicht breiter als der entsprechende Rhachisring, von dem es durch einen kleinen Eindruck getrennt ist; später erweitert es sich so,

dass die Innenseiten der beiden entsprechenden Pleuren zusammenstossen und ein rundlich-dreieckiges Feld zwischen sich einschliessen, das aus dem verwachsenen dritten und vierten Gliede des Pygidiums besteht. Die freien Enden des zweiten Pleurenpaares erscheinen spitz-dreieckig, ziemlich flach, etwa von der Länge der Rhachis. An dem erwähnten rundlichen Felde, das von den Pleuren des zweiten Gliedes eingeschlossen wird, lässt sich bisweilen noch deutlich der Rhachisring des dritten Gliedes unterscheiden, dessen Pleuren dann mit dem Rudimente des vierten Gliedes, das durch zwei Eindrücke markirt ist, ein Ganzes bilden.

Eine Verwandtschaft unsrer Art existirt blos mit den beiden vorhergehenden. Es ist wohl zulässig an eine genetische Herleitung von einer der Formen des *Ch. tumidus* oder *gibbus* Ang. zu denken.

Maasse: der Glabella.

Länge bis zum Nackenring.	Länge bis zum Grunde des Horns.	Breite:
16 mm.	18 mm.	14 mm.
12 »	13,5 »	10 »
4 »	4 »	3,5 »

Vorkommen. Im Echinosphaeritenkalk (C_1) nur auf Rogö und Odensholm gefunden. Ziemlich verbreitet im Brandschiefer (C_2), der von seinen Hauptfundorten Kuckers, Wannamois und Erras, Exemplare in alle unsre Museen geliefert hat, d. h. vorzugsweise Glabellen. Die übrigen Theile des Kopfes, der Thorax, die wir besprochen haben, und die wenigen Stücke des Pygidiums stammen sämmlich aus Kuckers und befinden sich ausschliesslich im Revaler Museum.

Erklärung der Abbildungen. T. XI, F. 2, 10, 11. Glabellen von Kuckers; F. 12 Bruchstück einer grössern Glabella von ebendaher, um die Form der Tuberkel zu zeigen; F. 13 Occipitalflügel mit Hinterecke; F. 14 Leibesglied mit Pleure, 14 a vergrössert; F. 15 a Pygidium, 15 b vergrössert; alle Stücke stammen aus Kuckers und befinden sich im Revaler Museum. F. 16 Theil eines Kopfschildes, von Odensholm (Mus. Reval). T. XI, F. 27 ein grosses Pygidium im Abdruck, an dem man die vier Rhachisglieder unterscheiden kann; T. XVI, F. 36 eine Glabella vom Nackenring aus gesehn um die Lage des Stachelgrundes zu zeigen; F. 37 das Pygidium T. IX, F. 15 wiederholt, da auf der frühern Figur die Verbindung der Pleuren mit den Rhachisringen nicht richtig dargestellt war.

Gen. Sphaerexochus Beyr.

Zu dieser Gattung hatte Nieszkowski und auch ich in meiner frühern Arbeit (l. c. p. 189) ganze sechs Arten gerechnet, zu denen Nieskowski später noch zwei Arten bringt. Kutorga führt vier Arten auf, so dass wir eine Zeit lang mit Berücksichtigung der Synonymie über zehn Sphaerexochus-Arten zu verfügen hatten. Schon Eichwald reducirt diese

Zahl auf eine Art *S. clavifrons* His. sp. (= *angustifrons* Ang), womit ich jetzt vollständig übereinstimmen muss, da die übrigen von uns aufgeführten Arten zu andern Gattungen, meist zu den verschiedenen oben abgehandelten Unterabtheilungen von *Cheirurus* gehören, wie schon oben gehörigen Orts angegeben ist. Eine Art, *S. minutus* Nieszk., ist ganz aus der Familie der Cheiruriden auszuschliessen; ihre Gesichtslinien münden auf der Hinterseite des Kopfschildes; die Art scheint zu *Menocephalus* Bill. zu gehören und soll später abgehandelt werden. Die Gattung *Sphaerexochus* unterscheidet sich bekanntlich von *Cheirurus* durch ihren zehngliedrigen Thorax, dessen Pleuren vollkommen ungefurcht sind, durch die an den abgerundeten Hinterecken ausmündenden Gesichtsecken, das Fehlen des Schnauzenschildes und das dreigliedrige Pygidium. Nach Salter sollen die Wangen nur fein tuberkulirt, ganz ohne Gruben sein, welche letztern bei den verschiedenen Cheirurus-Gruppen nie fehlen. Da die häufig allein gefundenen Glabellen vieler Cheiruren aus der *Sphaerocoryphe* (*Actinopeltis*)- und *Eccoptochile*-Gruppe sehr an *Sphaerexochus* erinnern, so war es zu entschuldigen, wenn sowohl wir als Angelin diese Gattung in solchen Glabellen zu erkennen glaubten. Bei den ächten *Sphaerexochus* schneiden die hintersten Seitenfurchen der Glabella den hintersten Lobus derselben immer vollständig ab, was bei den an unsre Gattung erinnernden Cheirurus-Formen der *Eccoptochile*-Gruppe nicht in dem Maasse vorkommt. Bei *Sphaerocoryphe* sind die Basalloben so vollständig von der übrigen Glabella getrennt, dass sie nicht als Theile derselben, sondern als gesonderte Tuberkel am Grunde der Glabella erscheinen. Von obersilurischen *Sphaerexochus*-Arten ist bei uns noch nichts bekannt, doch darf die Hoffnung nicht aufgegeben werden, da auf Gotland mehrere Arten vorkommen.

Sphaerexochus angustifrons Ang. T. IX, F. 17 a, b. T. XVI, F. 38.

1840. *Calymene clavifrons* His. Leth. suec. suppl. II. T. 37, F. 1.
1854. *Sphaerexochus angustifrons* Ang. Pal. scandin. p. 36, 75. T. 22, F. 8; T. 38, F. 16.
1857. — *mirus* Nieszk. Monogr. l. c. p. (excl. syn.) p. 596.
1858. — *mirus* F. Schmidt, l. c. p. 189.
1860. — *clavifrons* Eichw. Leth. p. 1401.

Wir haben den Namen *S. angustifrons* Ang. vorgezogen, obgleich von allen bisherigen bisherigen Abbildungen die Hisinger'sche die beste ist, weil der Name *clavifrons* leicht zu Irrungen Anlass geben kann. Hat doch auch Hisinger seine *Calymene clavifrons* für die ächten Dalman'schen Trilobiten dieses Namens, unsern *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *clavifrons* gehalten.

Die Glabella unsrer Art, die in den vorliegenden wenigen Stücken allein erhalten ist, unterscheidet sich von der sehr ähnlichen, ebenfalls fast halbkugligen Glabella des bekannten obersilurischen *S. mirus* Beyr. durch den schmälern Zwischenraum zwischen den Basalloben, der dem Breitendurchschnitt dieser Loben gleichkommt und ihn nie übertrifft, wie dies doch beim ächten *S. mirus* der Fall ist.

Die erwähnten Endloben sind von rhombisch-elliptischer Form, und laufen nach vorn und aussen ganz deutlich spitz zu (s. d. F. 17 b), was bei der Angelin'schen Zeichnung nicht zu erkennen ist, die vollkommen abgerundete Loben zeigt. Mir liegen vier Exemplare von Dalarne aus dem Museum der Stockholmer Akademie der Wissenschaften vor, die vollkommen mit meinen eignen Exemplaren übereinstimmen. In England wird *S. mirus* sowohl aus dem Ober- als aus dem Untersilur angeführt, und Salter bildet (Monogr. brit. Trilobiten T. 6, F. 26) sogar einen Kopf aus dem Untersilur ab; man kann aber nicht erkennen, ob es unsre Art ist.

Die Oberfläche der Glabella ist ganz fein chagrinirt. Die vordern beiden Seitenfurchen, nur als nicht vertiefte Linien auf der Oberfläche angedeutet.

Maasse:	des Kopfschildes.	der Glabella.	
	Länge.	Breite.	Länge.
	17 mm.	16,5 mm.	15,5 mm.
	15 »	14 »	13,5 »

Vorkommen. In der Lyckholmer Schicht (F.). Bisher nur zwei Exemplare in der Volborth'schen Sammlung, von mir bei Pallokull auf Dago gefunden, und ein Exemplar als Gesch. von Pühhalep auf Dago, in der Sammlung der Dorpater Naturforschergesellschaft. Auswärts im sogenannten Leptaenakalk Dalekarliens in Schweden, der mit unsrer Lyckholmer- und Borkholmer Schicht übereinstimmt.

Erklärung der Abbildnngen. T. X, F. 17. Ein Exemplar von Pallokull von oben und von der Seite (F. 17 b). Bei F. 17 a ist der Zwischenraum zwischen den Basalloben der Glabella etwas zu gross angegeben, daher die Figur auf T. XVI, F. 38 wiederholt.

Gen. Amphion Pand. 1830.

Pliomera Ang. 1852.

Bei uns kommt nur die typische Art, *A. Fischeri* Eichw. sp. vor; in England und Schweden sind aber noch ein paar andre Arten aufgestellt worden[1]), die sich nicht unwesentlich unterscheiden, doch aber wohl mit Recht zu unsrer Gattnng gebracht werden.

Ich setze die neueste Diagnose der Gattung nach Salter Monogr. brit. Trilob. (1862) p. 80 hierher: «Kopfschild kurz, quergezogen mit stumpfen Ecken. Glabella

1) *Amphion pseudoarticulatus* Portl., *benevolus* Salt., *pauper* Salt., *Mathesii* Ang., *actinura* Dalm. Endlich mehre amerikanische Arten aus Canada und Tenessee, von denen manche unsrer typischen Form sehr nahe stehn.

fast rechteckig mit drei Paar Seitenfurchen; das vorderste Paar gewöhnlich dem Vorderrande genähert, schliesst einen kleinen Frontallobus ab, der oft schmäler als die Glabella ist. Augen klein; die Gesichtsnath endet am Aussenrande etwas vor den abgerundeten Hinterecken; Hypostoma ganz, am Grunde zugespitzt, convex, ringsum mit einem Rande versehen; der Thorax mit 15—18 Gliedern, die Pleuren ungefurcht; Schwanzschild aus wenigen Gliedern hestehend, die Achse kurz, die Pleuren endigen frei.» Diesen Characteren könnten wir noch das Vorhandensein eines schmalen Schnauzenschildes zwischen den Randschildern und die grubige Sculptur der Wangenschilder hinzufügen, wodurch die Verwandtschaft mit *Cheirurus* noch weiter bekräftigt wird.

Sämmtliche Arten sind ausschliesslich untersilurisch.

Amphion Fischeri Eichw. sp. Tab. XIII, F. 1 — 8.

1825. *Asaphus Fischeri* Eichw. Observat. per Ingriam p. 52 T. 3 F. 2.
1826. *Calymene polytoma* Dalm. Palaead. in Vetensk. akad. handl. p. 229 T. 1, F. 1 *a—c*.
1826. — — — deutsche Ausgabe des näml. Werks p. 37. Die Tafel wie oben.
1837. *Amphion frontilobus* Pand. Beitr. p. 139 T. 4 F. 1; T. 4 B, F. 5—7; T. 4 C, F. 30. 32—43 T. 5 F. 3, 8.
1837. *Calymene polytoma* His. Leth. suec. p. 11 (T. 1 F. 6 (Cop. nach Dalm.).
1840. *Amphion Fischeri* Eichw. Silur. Syst. Estl. p. 70.
1845. *Calymene Fischeri* Murch. Vern. Keys. Geol. Russ. Vol. II, p. 379, T. 27 F. 11.
1852. *Amphion Fischeri* Barr. Syst. silur. Bohême T. 3 F. 2, 3: T. 6, F. 22 (optima!).
1852—54. *Pliomera Fischeri* Angel. Palaeont. Scand. p. 30, T. 20, F. 2.
1857. *Amphion Fischeri* Nieszk. Monogr. Trilob. d. Ostseepr. l. c. p. 619 (ex pt.).
1857. — *actinurus* Nieszk. (non Dalm.) l. c. p. 620.
1858. — *Fischeri* Hoffm., Sämmtl. Trilob. Russl. l. c. p. 34, t. 3 f. 4.
1860. — — Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1409.
1869. *Pliomera Fischeri* Linnarsson, Westgotland cambr. och silur. bildning. p. 62.
1876. *Amphion Fischeri* F. Roemer, Leth. geogn. I T. 7, F. 5, *a*, *b*. (Copie nach Angelin).

Nach der langen Reihe der vorstehend aufgeführten Beschreibungen und Abbildungen sollte man glauben, dass unsre Art hinlänglich gut bekannt sei; das ist aber durchaus nicht in genügendem Maasse der Fall; gute Abbildungen sind nur die von Pander, Verneuil und Keyserling, und Barrande gelieferten. Die letztern sind unbedingt die genauesten bisher erschienenen: sie stellen das Kopfschild und die Pleuren vollkommen richtig dar; nur das Schnauzenschild und die eigenthümliche Bildung des vordern Umschlags des Kopfschildes, fanden wir bisher noch nirgends genau dargestellt.

Da *Amphion Fischeri* namentlich in der Umgebung von Petersburg fast immer in vollständigen, vollkommen eingerollten Exemplaren gefunden wird, bei deren Kopfschildern nur die Oberseite des Vorderrandes sichtbar wird, so ist dieser Mangel leicht zu erklären;

bei dem ausnehmend reichen Material, das uns die Volborth'sche Sammlung bietet, sind wir gegenwärtig im Stande, alle vorhandenen Lücken auszufüllen.

Das Kopfschild ist breit quer-oblong, mehr als dreimal so breit wie lang, flach gewölbt; die Hinterecken breit abgerundet. Die Dorsalfurchen, schmal und tief, begränzen die sehr flach gewölbte, fast quadratische, nach vorn nur wenig verbreiterte Glabella. Sie zeigt jederseits drei schief nach hinten gerichtete Seitenfurchen, von denen die beiden letzten am Seitenrande, die erste steilere aber am Vorderrande der Glabella ausmündet. Zwischen den beiden vordersten Seitenfurchen wird ein kleiner, umgekehrt dreiseitiger Frontallobus eingeschlossen, der in seiner Mitte noch durch eine kurze, verticale Längsfurche getheilt wird, so dass am Vorderrande im ganzen drei Furchen ausmünden. Der erste Seitenlobus, der die Vorderecken der Glabella einnimmt, ist fünfseitig; der zweite oblong, etwas nach hinten gewandt; der dritte fast eiförmig; die beiden letzten Loben stehen um ihre eigne Länge von einander ab. Der Stirnsaum ist von dem seitlichen Randsaum getrennt, schmal linear nach den Seiten verschmälert; er trägt auf seiner Oberfläche eine Reihe von neun Knötchen, von denen das mittelste vor der mittlern Längsfurche der Glabella zu stehn kommt; er ragt seitlich etwas über die Glabella herüber. Die Stirnfurche ist von Oben gesehn, nur vor der Glabella sichtbar; von hier verläuft sie, immer schmäler werdend, in den vordern Umschlag der Wangenschilder (F. 1, 3) und verliert sich nach den Hinterecken zu. Von dieser Furche zweigt sich, wieder auf die obere Seite des Kopfschildes steigend, jederseits am Ende des schmalen Stirnsaums, die Seitenfurche ab, die nach hinten mit der Nackenfurche sich verbindet. Der flache Seitenrand beginnt jederseits am Vorderrande als scharfe, schmale Spitze (F. 4) und erweitert sich allmählig nach den Hinterecken. Der Nackenring ist flach, schmal linear. Die Wangen oben flach, nach den Seiten abwärts geneigt, breiter als die Glabella. Die Augen niedrig, fein facettirt, liegen in der Mitte der Wangen, aber bedeutend näher zur Seitenrand- als zur Dorsalfurche. Die wenig vorgezogene Augendeckplatte ist im Rücken von einer Furche begleitet, die sich vor und hinter dem Auge parallel der Gesichtslinie hinzieht und jederseits über das Auge hinausragt. Die Gesichtslinie beginnt jederseits etwas über den Hinterecken, geht mit einem Bogen zum Auge und von hier steil aufsteigend zum vordern Ende der Seitenfurche; hier schneidet sie die feine äusserste Spitze des Seitenrandes ab und senkt sich dann abwärts zum vordern Kopfumschlag, durchschneidet die Stirnfurche an ihrer breitesten Stelle und bildet dann die vordere Gränze des schmalen tuberkulirten Stirnsaums, an dessen Mitte sie sich wieder schräg abwärts senkt und vor der Mitte des Hypostoma frei endet: von dieser Stelle zweigt sich die Schauzennath ab, die dem mittlern Theil des Stirnsaums parallel läuft und hier die beiden Zweige der Gesichtsnath mit einander verbindet. Das schmal elliptische Schnauzenschild wird oben vom Stirnsaum des Mittelschildes (den fünf mittelsten Tuberkeln), unten, — an den Seiten von dem am Umschlag weit nach vorn vorspringenden Randschildern, und in der Mitte vom Hypostoma begränzt.

Das Hypostoma (F. 5) ist breit eiförmig, flach convex, ganzrandig, von einem breiten,

flachen Saum umgeben, der am Ende in eine stumpfe Spitze vorspringt; am Grunde lassen sich zwei Flügel erkennen, die nach den Dorsalfurchen zu aufgerichtet sind.

Die Oberfläche des Kopfschildes erscheint auf den ersten Blick ganz glatt; bei genauerer Untersuchung wohlerhaltener Exemplare erkennt man auf der Glabella ganz feine zerstreute Tuberkel (F. 2), und auf den Wangenschildern feine eingestochene Punkte. Der Randsaum ist ganz fein chagrinirt.

Der Thorax besteht aus 18 Gliedern; die Rhachis ist flach gewölbt, sie wird ganz allmählig nach hinten schmäler und geht fast unmerklich ins Pygidium über; die Seitentheile sind oben flach, an den Seiten, vom Fulcrum ab, abwärts geneigt; die Dorsalfurchen tief und schmal. Die Pleuren sind flach gewölbt, ungefurcht; der innere horizontal verlaufende Pleurentheil ist linear, steil nach vorn und hinten abfallend; er führt sowohl am vordern als am hintern Rande eine schmale Articular-Lamelle, von denen die vordere ihrerseits eine seichte Furche zeigt, die nach dem äussern Ende der Lamelle zu sich vertieft (F. 6); hier bricht sie plötzlich in einem kleinen Vorsprunge ab; diesem Vorsprunge entsprechend sieht man auf der Unterseite der Pleuren eine schmale Leiste quer über die Innenseite der Pleure verlaufen, mit welcher der innere Pleurenumschlag beginnt (F. 7), so dass die äussern Pleurentheile platte, geschlossene Röhren bilden. Von oben gesehn (F. 6), tritt an diesen äussern, nach hinten gebogenen und am Ende abgerundeten Pleurentheilen die Abplattung und Zuschärfung an der vordern Seite deutlich hervor, wodurch ein so vollkommenes Uebereinanderschieben derselben ermöglicbt wird, wie wir es selbst an ausgestreckten Exemplaren wahrnahmen.

Das Pygidium ist an wohlerhaltenen Exemplaren schwer vom Thorax zu unterscheiden und abzugränzen, da es dessen Bau vollständig wiederholt, doch wird es nicht selten isolirt gefunden (F. 8). Die Rhachis desselben besteht aus sechs Gliedern, die schnell an Breite abnehmen; das Endglied ist breit-dreieckig und trägt keine Pleuren. Die Pleuren der übrigen Glieder enden mit freien Spitzen und nähern sich, je weiter nach hinten, desto mehr der Längsrichtung der Achse. Sie nehmen nach hinten immer mehr an Länge ab, so dass ihre Enden fast in einer geraden Linie liegen. Das erste Pleurenpaar lässt noch deutlich ein Knie erkennen, die letzten beiden sind schon einander parallel gerade nach hinten gerichtet; das letzte Pleurenpaar umschliesst mit seinem Grunde das Endglied der Rhachis. Am Vorderrande des Pygidiums sind, wie bei den Thoraxgliedern, der Gelenkkopf der Rhachis und die Articularlamelle an den Pleuren deutlich zu erkennen. Auf der Unterseite des Pygidiums (F. 8 b) sieht man deutlich zehn gleich lange, stumpf-spitzige vertical zum Rande stehende Zähne, die von dem innern Umschlag ausgehn, der in einem breiten Bande die ganze Unterseite umzieht und wie an den Thorax-Pleuren, beiderseits am vorspringenden Ende der Articularlamelle des Pygidiums beginnt. Die Gesammtform des Pygidiums kommt etwa auf einen etwas vorgezogenen Halbkreis heraus, dessen Durchmesser die Pleurenenden bilden.

Amphion Fischeri erreicht eine Länge von 100 mm. an zusammengerollten Exempla-

ren am Rücken gemessen, bei einer Breite von 35 mm. An einem ausgestreckten Exemplar finde ich 55 mm. Länge bei 30 mm. Breite. Die kleinsten (zusammengerollten) Stücke zeigten 8 mm. Breite bei 20 mm. Länge längs dem Rücken. Im Petersburger Gouvernement sind die vollständigen zusammengerollten Exemplare fast häufiger, als einzelne isolirte Theile. Die Zusammenrollung ist meist eine sehr vollständige, so dass die innere Höhlung vollständig abgeschlossen wird und oft von Kalkspathkrystallen erfüllt ist; die Spitzen des Schwanzschildes greifen alsdann auch über den Stirnsaum hinüber, so dass sie direkt an den Vorderrand der Glabella stossen, während die Rumpfpleuren in die Umschlagsfurche der Wangenschilder hineingreifen. F. 4 zeigt die Seitenansicht eines solchen regulär zusammengerollten Exemplars; F. 1 lässt auch den Vorderrand erkennen.

Von allen übrigen Arten, die zur Gattung *Amphion* gerechnet werden, unterscheidet sich die unsrige durch die Medianfurche am Vorderrande der Glabella; vielleicht dass noch in Amerika ähnliche Formen vorhanden sind.

Vorkommen. *Amphion Fischeri* ist bei uns bezeichnend für den ächten Vaginatenkalk (B_3), in dessen ganzer Ausdehnung vom Wolchow bis Reval und Baltischport er häufig gefunden ist, z. B. Jswos am Wolchow, Wassilkowa an der Lawa, Humalassari bei Pawlowsk (von wo die schönsten Exemplare herstammen, deren alljährlich einige von den Kindern des Dorfes im ausgewaschenen Zustande gefunden werden), Pulkowa; in Estland in Sillamäggi, Chudleigh, Nömmeweske bei Palms, Asserien, Zitter bei Kolk, Reval. Bei Dubowiki am Wolchow fand er sich im Niveau des Flusses, an der obern Gränze des Vaginatenkalks, und von Katlino bei Pawlowsk habe ich sogar ein Exemplar aus dem Echinosphaeritenkalk gesehn, so dass die obere Gränze doch nicht absolut abgeschnitten ist.

Anderweitig ist er in Schweden ebenfalls als leitendes Fossil des Orthocerenkalks bekannt; er kommt nach Angelin in Ostgothland bei Husbyfjöll, Berg, Ljung, in Westgothland bei Warnhem (nach Linnarsson auch am Kinnekulle, Mösseberg und Billingen), auf Oeland bei Sandvik und in Småland bei Humlenäs vor; er führt ihn auch aus der Umgebung von Christiania an, doch finden wir bei Kjerulf keine nähern Angaben dafür.

Bei Nieszkowski l. c. p. 620 und auch in meinen «Untersuchungen» p. 190 wird unsre Art auch aus der Wesenberger und Lyckholmer Schicht angeführt; diese Angabe beruht auf einer Verwechslung mit den dort vorkommenden grossen Chasmops-Schwanzschildern, die wir damals noch nicht richtig zu deuten verstanden. *Amphion actinurus* bei Nieszkowski ist auf ein missverstandenes ächtes Pygidium von *A. Fischeri* aus Reval gegründet.

Erklärung der Abbildungen. T. XIII, F. 1 Vorderansicht eines zusammengerollten Exemplars, das den Umschlag des Kopfschildes vollständig zeigt; F. 2 Ansicht eines grossen Exemplars von oben, mit erhaltener Sculptur der Oberfläche und deutlichen Articularlamellen der Pleuren; F. 3 Vorderansicht eines Kopfschildes mit dem Hypostoma; F. 4 Seitenansicht eines regulär zusammengerollten Exemplars; F. 5 ein Hypostoma isolirt; F. 6 Ansicht der Pleuren mit Articularlamelle und vorderer Zuschärfung; F. 7 Ansicht einer

Gruppe von Pleuren von der Unterseite mit der Abgränzung des geschlossenen äussern Pleurentheils; F. 8 a, b Pygidium von der Ober- und Unterseite. Sämmtliche Exemplare aus der Volborth'schen Sammlung, wahrscheinlich von Humalassari bei Pawlowsk stammend.

Diaphanometopus nov. gen. T. XII, F. 28 a—d.

In der Volborth'schen Sammlung fand sich ein zusammengerollter zwölfgliedriger Trilobit aus der Umgebung von Pawlowsk, wahrscheinlich von Humalassari, der schon nach Volborth's Ansicht einer neuen Gattung angehört; er zeigt viel eigenthümliche Charaktere und seine Stellung ist mir noch etwas zweifelhaft, doch glaube ich ihn am Schluss der Cheiruriden neben *Amphion* einreihen zu können.

Das Kopfschild ist gleichmässig schwach gewölbt, queroblong wie bei *Amphion*, mehr als zweimal so breit wie lang, mit abgerundeten Hinterecken. Die Rückenfurchen sind schmal und seicht, die Randfurche continuirlich (mit der Occipitalfurche in einem Bogen verbunden, mit den Dorsalfurchen unter spitzem Winkel zusammentreffend), tief, mit aufgeworfenem hohen und schmalen vordern Randsaum, der nach den Ecken zu flach und breit wird. Die Glabella ist fast rectangular (von der Form wie bei *Proetus*), nach hinten etwas erweitert, wenig länger als breit, der Vorderrand in einem schwachen Bogen vorspringend. In der Mitte der Wölbung lässt sich eine schwach angedeutete stumpfe Längskannte erkennen; es sind keine Seitenfurchen vorhanden, doch schimmern diesen entsprechende Hülfseindrücke (*impressions auxiliaires* Barr.) durch die Schaale durch. Ihrer sind jederseits vier, von denen die beiden vordersten ganz nahe an den Vorderrand gerückt sind; der dritte Eindruck mündet noch über der halben Höhe der Glabella und der vierte etwas unterhalb derselben; alle sind bogenförmig nach hinten gerichtet, und durch einen ihrer eigenen Länge gleich breiten Zwischenraum von denen der andern Seite getrennt. Die Wangen sind schräg abwärts geneigt, ebenso breit wie die Glabella. Das Auge niedrig, wie bei *Amphion* nach vorn gerückt; vor der Mitte der Wange und weit ab von den Dorsalfurchen gelegen. Die Gesichtslinien beginnen am Aussenrande etwas vor den Hinterecken, durchschneiden den Randsaum und gehn in einem Bogen zum Auge, von hier steigen sie steil auf zum vordern Randsaum, der in schräger Richtung nach vorn und unten durchschnitten wird (F. 28 d); ob eine Schnauzennath und ein Schnauzenschild vorhanden ist, konnte nicht mit Sicherheit ausgemacht werden, doch ist es mir wahrscheinlich.

Der Thorax besteht aus zwölf Gliedern. Die Rhachis ist hoch gewölbt, etwas schmäler als die Pleuren und verjüngt sich sehr allmählig nach hinten; die Pleuren zeigen ein deutliches Knie, sind gewölbt, und zeigen auf der vordern Seite ihres innern Theils eine deutliche Furche und davor eine weitere schmale Anschwellung, die bis zum Knie zu reichen scheint. Immerhin gehören die Pleuren zum Typus der Barrande'schen Wulstpleu-

ren (*pleura a bourrelet*). Die äussern Pleurentheile endigen stumpf und schieben sich über einander wie bei *Amphion.*

Das nicht ganz vollständig erhaltene Pygidium zeigt fünf bis sechs Rhachisglieder, die in ihrer Wölbung der Rhachis des Thorax entsprechen; die Seitenlappen sind schwach gewölbt abfallend, und zeigen jederseits fünf Pleuren, die in freie Zähne endigen und je weiter nach hinten, desto mehr die Richtung der Achse annehmen; die beiden ersten zeigen noch deutliche Furchen und sind schwer von den Thoraxpleuren zu unterscheiden, da sie auch anfangs horizontal verlaufen und sich dann erst nach hinten umbiegen. Aus der etwas auswärts gerichteten Stellung der letzten Pleure schliesse ich, dass am Ende des Schwanzschildes ein Paar Pleuren stand wie bei *Amphion.* Die freien Enden der Pleuren ragten wahrscheinlich viel weiter vor und sind an unserem Exemplar abgebrochen.

Die Oberfläche der ganzen Schaale erscheint etwas rauh ohne deutliche Tuberkel. Auf den Wangenschildern glaube ich undeutliche Grübchen wahrzunehmen.

Verwandtschaft. Nach der Form des Kopfschildes und dem Verlauf der Gesichtslinien, sowie nach der Bildung des Pygidiums, glaube ich eine gewisse Verwandtschaft mit *Amphion* und vielleicht auch mit manchen *Cheiruren* aus der Gruppe *Pseudosphaerexochus* zu erkennen, bei denen ein ähnlich aufgeworfener Rand vorkommt. Die Pleurenbildung ist aber abweichend von allen Cheiruriden.

Einzige Art:

Diaphanometopus Volborthi n. sp.

Vorkommen. Stammt aus der Umgebung von Pawlowsk, wahrscheinlich aus Humalassari und zwar, wie aus dem Gestein zu schliessen, aus dem Vaginatenkalk (B_3). Einziges Exemplar in der Volborth'schen Sammlung.

Erklärung der Abbildungen. T. XII, F. 28 a, Kopfschild von oben; b Seitenansicht; c Leibesglieder; d das Pygidium mit einem Theil des vordern Kopfumschlages. Alle Figuren in natürlicher Grösse.

Fam. III. Encrinuridae.

Wir fassen in dieser Familie, nach Vorgang von Linnarsson, die sechszehnte und siebenzehnte Familie Barrande's zusammen. Wir haben eben nur die beiden Gattungen *Cybele* Lovén (*Zethus* Volb.) und *Encrinurus* Emmr., die noch Eichwald (und Anfangs auch Angelin) als *Cryptonymus* vereinigte und von denen auch Salter[1]) annimmt, dass sie

1) Mem. geolog. surv. Dec. VII. Pl. IV p. 2 (1853).

nahe zusammengehören. Barrande zählt zu der sechszehnten Familie die Gattungen *Encrinurus*, *Cromus* und *Amphion.* Zur siebenzehnten *Dindymene* und *Cybele* (*Zethus* Volb.). Wir verkennen nicht, dass *Cybele* näher mit *Dindymene* Corda, und *Encrinurus* mit *Cromus* Barr. (nach dem Hypostoma und der Bildung des Schwanzschildes) zusammen gehört, doch finden sich auch bei unsern beiden Gattungen neben dem Verlauf der Gesichtsnath und dem Vorhandensein eines Schnauzenstücks, in der Bildung des Pygidiums soviel Anknüpfungspunkte, dass sich ein näheres Zusammenstellen rechtfertigen lässt. Die grosse Zahl der Rhachisglieder neben einer sehr begränzten der Pleuren, ist bei Aehnlichkeit des allgemeinen Habitus immer ein verbindendes Motiv. Auch die Kopfschilder der Cybeleformen mit nach vorn erweiterter Glabella, wie *C. Wörthii* und namentlich *brevicauda* lassen sich nach den Glabellen allein nur schwer von *Encrinurus* unterscheiden. Immerhin sind die Unterschiede beider Gattungen noch bedeutend genug um gegen die Vereinigung derselben zu sprechen; namentlich treten dieselben am Rumpf und am Pygidium auf. Zunächst hat *Cybele* 12, und *Encrinurus* nur 11 Leibesglieder, die bei ihm sämmtlich gleichartig gebildet sind, während die Pleuren von *Cybele* vom sechsten Gliede an einen nach hinten parallel der Achse gerichteten Fortsatz zeigen. Die Rhachisglieder sind bei *Cybele* alle gleichartig gebildet, ohne Stachelfortsatz, während bei *Encrinurus* mehrere derselben in der Mitte einen solchen Fortsatz zeigen. Die Pleuren des Pygidiums sind bei *Encrinurus* in grösserer Zahl (6—12) vorhanden und divergiren von der Rhachis aus, während wir ihrer bei *Cybele* nur 4—5 zählen, die der Rhachis parallel verlaufen und sich hinter ihrem Ende zusammenschliessen. Zugleich sind die Pleuren bei *Encrinurus* einfach, bei *Cybele* durch eine Längsfurche getheilt. Aber auch das Kopfschild zeigt nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Zunächst ist das Hypostoma ganz verschieden gebildet: während es bei *Cybele* (wo wir es freilich nur von einer Art kennen) noch ganz den Cheiruriden-Charakter trägt, hat es bei *Encrinurus* einen eigenthümliched Bau, der sich bei mehreren Arten wiederholt. Weiter sind die Hinterecken bei *Cybele* meist abgerundet, bei *Encrinurus* meist in Spitzen ausgezogen. Die Augen bei *Encrinurus* sind kurz, keulenförmig, bei *Cybele* lang, cylindrisch. Endlich nehmen bei *Encrinurus* die Randschilder an der Bildung der Glabella Theil, indem die vordern Zweige der Gesichtsnath über dieselbe hinlaufen, was bei *Cybele* nicht der Fall ist, wo die Randschilder (joues mobiles) keinen Antheil an der Glabella haben.

Die Encrinuriden schliessen sich durch den Verlauf der Gesichtslinien, die vor den Hinterecken münden, durch die Wangen, die immer grubig sind, und durch die frei endenden Pleuren des Pygidiums an die Cheiruriden an.

Gen. Cybele Lovén. 1845.

1848. *Zethus* Volb., Barrande, M. Coy. (*Zethus* Pand. ex p., *Cryptonymus* Eichw. ex p.)

Ich folge dem Beispiel Salter's, Linnarsson's und Angelin's, indem ich den unzweifelhaften und wohl begründeten Gattungsnamen *Cybele* Lovén vorziehe. *Zethus* Pan-

der (Beitr. p. 139) war ursprünglich auf die Art *Z. uniplicatus* gegründet, die bestimmt zu den Cheiruriden gehört und mit grösster Wahrscheinlichkeit mit *Sphaerexochus hemicranium* Kut. (s. oben p. 171) zusammenfällt, wie auch schon Eichwald (Leth. p. 1403) mit Grund annimmt. *Zethus verrucosus* Pand. der, wie Volborth gezeigt hat, mit *Cybele bellatula* Lov. zusammenfällt, wurde von Pander nur mit Zweifel zu seinem *Zethus* gebracht und die Vermuthung ausgesprochen, dass er mit *Calymene punctata* Dalm. zusammen gehöre, in dessen Verwandtschaft er ja auch in der That gebracht werden muss. Volborth meint nun allerdings, wenn die erste Art einer Gattung, auf welche dieselbe gegründet war, für die Wissenschaft verloren sei, so müsse die zweite an deren Stelle treten, und stützt darauf sein Festhalten an den Gattungsnamen *Zethus*, den er mit *Cybele* identificirt und von Neuem, vollständiger noch als Lovén begründet. Ihm sind dann M. Coy, F. Römer und auch Barrande gefolgt. Es blieb dabei aber immer dem Einzelnen überlassen, ob er den *Zethus uniplicatus* Pand. so vollständig aufgeben wolle wie Volborth, und Eichwald hat allerdings den Versuch gemacht, wie oben gesagt, *Sphaerexochus hemicranium* Kut. neuerdings als *Zethus uniplicatus* aufzuführen. Um aller Unsicherheit aus dem Wege zu gehn, folge ich wie gesagt dem Beispiel Salter's und der schwedischen Forscher und werde fortan nur von *Cybele* sprechen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich nicht von Neuem eine ausführliche Gattungscharakteristik geben, die man bei Lovén, Volborth und Angelin nachlesen möge, auch haben wir ja oben schon die wichtigsten Charaktere recapitulirt. Hier folgen nur einige ergänzende Bemerkungen.

Die Dorsalfurchen sind anfangs parallel oder fast parallel, weichen dann auseinander und schliessen sich in einem Bogen der mehr oder weniger tief ausgeprägten Randfurche an, die ihrerseits mit der Occipitalfurche communicirt. Die beiden Dorsalfurchen werden vorn durch eine flache, mehr oder weniger deutliche Stirnfurche mit einander verbunden, vor der stets ein deutlicher, mit Tuberkeln gezierter Stirnrand sich hinzieht. Diese Tuberkel sind sehr verschieden, entweder ganz klein und rund oder zu mehr oder weniger langen Spitzen (*C. rex*, *coronata*) ausgezogen. Zu beiden Seiten des Stirnrandes, vor dem Ende der Dorsalfurchen, hebt sich meist ein besonders markirter Tuberkel (Seitentuberkel) hervor, der nur bei *C. coronata* ganz fehlt, bei *C. brevicauda* von den übrigen Tuberkeln des Stirnrandes kaum zu unterscheiden ist. Die Glabella ist entweder ziemlich flach und rectangulär bei parallelen Dorsalfurchen, oder gewölbt und birnförmig und nach vorn erweitert bei divergirenden Dorsalfurchen; im letztern Falle pflegt die Stirnfurche sehr schwach zu sein und die Vorderflügel der Glabella gehn fast unmerklich in den Randsaum über.

Die gewöhnlichen drei Seitenfurchen der Glabella sind, wenn diese flach ist, meist deutlich zu erkennen; sie gehn entweder bis zur Dorsalfurche durch und schneiden dann deutliche Seitenloben heraus (*C. bellatula*), oder sie erscheinen nur als mehr oder wenigar tiefe Eindrücke (*C. Revaliensis*, *rex*, *Grewingki*, *coronata*), die sich dann auch an den Seitnn

des Nackenrings wiederholen[1]). Bei den Arten mit nach vorn erweiterter Glabella sind die Seitenfurchen viel schwächer, gehn aber doch durch, wie bei *C. Wörthii*, *affinis* und *Kutorgae*; bei *C. brevicauda* endlich verlieren sie sich dermassen zwischen den grossen Tuberkeln, dass die Glabella dieser Art schon ganz das Ansehn von *Encrinurus* gewinnt.

Vom Grunde des Frontallobus, vor der ersten Seitenfurche, geht bei den meisten Arten (nur bei *C. brevicauda* nicht zu erkennen) ein deutlich ausgeprägter Wulst zum Grunde des Auges, dessen Richtung gute Artkennzeichen abgiebt. Vor diesem Wulst liegt am Ende der Dorsalfurche, an ihrer Kreuzungsstelle mit der Stirnfurche, eine besondere Grube, die bei allen Arten vorhanden, bei den stark gewölbten nur an Steinkernen zu erkennen ist. Wir werden sie gewöhnlich als Endgrube bezeichnen; sie liegt jederseits gleich hinter dem Seitentuberkel des Stirnrandes und entspricht ganz der ähnlichen Grube bei verschiedenen Cheirurusarten, bei denen wir darauf hinweisen, dass von dieser Grube ein Fortsatz zum Hypostoma sich hinzieht.

Die Augen stehn auf langen, cylindrischen Stielen und zeigen nur selten eine erhaltene Sehfläche. Ihre Lage ist, entsprechend dem Augenwulst, bald mehr nach vorn bald nach hinten gerückt.

Die Gesichtslinien verlaufen vom Auge über die Wangenschilder in zwei geradlinigen Schenkeln, die fast rechtwinklig zu einander stehn, einerseits zum vordern Randsaum, den sie in einem nach vorn, und andrerseits zum hintern Randsaum, den sie in einem nach hinten gewandten Bogen durchschneiden, um kurz vor den meist stumpfen Hinterecken nach aussen zu münden.

Zwischen den beiden vordern Leisten der Gesichtslinie liegt ein kleines Schnauzenschild (meist breiter als lang, nur bei *C. bellatula* ganz schmal, länger als breit), das meist auf dem vordern Umschlag des Kopfschildes und nur bei *C. affinis* auf der Oberfläche desselben erscheint.

Die Wangenschilder sind wenigstens noch einmal so breit als die Glabella, zeigen meist stumpfe Hinterecken und einen breiten, mehr oder weniger mit Tuberkeln versehenen Randsaum. Die Oberfläche des Wangenschildes zeigt dichtstehende flache Gruben, und bei manchen Arten mehr oder weniger unregelmässig vertheilte Tuberkel. Die häufig getrennt gefundenen Randschilder (joues mobiles) erscheinen, dem Verlauf der Gesichtsnath entsprechend, wie Kreisquadranten mit ungleichen Schenkeln und vorn sowohl als hinten, mit einem hakenförmigen Vorsprung, entsprechend dem durchschnittenen Randsaum. Die Beschaffenheit der Leibesglieder ist durch frühere Beschreibungen (namentlich Volborth) bekannt. Die Rhachisglieder nehmen nach hinten allmählig an Breite ab; die Pleuren sind gewölbt (pl. à bourrelet), zeigen aber an ihrem Vorderrande, bis zum Knie, eine deutliche Furche,

1) Die Eindrücke des Nackenrings treten besonders an von der Innenseite freigelegten Exemplaren hervor, sowie an Steinkernen, und wiederholen sich in der Dorsalfurche der Leibesglieder, wo sie mit den Gelenkköpfen dieser Glieder in Verbindung stehn. T. XV, F. 4.

die durch die ihr vorliegende «Falte» (Volb.) oder Fulcralportion (Salt.) mit der zunächst nach vorn angränzenden Pleure artikulirt; an den Hinterrande zeigen die Pleuren nur einen flachen linearen Fortsatz (T. 14, F. 1 a), der sich an den gewölbten Pleurentheil anschliesst. Die äussern, rings von oben und unten geschlossenen Pleurentheile zeigen am Knie der Pleure (T. 13, F. 12, 13 b) einen scharfen Vorsprung, von dem an eben die untere (oder innere) Wand des äussern geschlossenen Theils der Pleure in concavem Bogen beginnt (T. 12). Es ist bekannt, dass im Allgemeinen die Pleuren der ersten fünf Leibesglieder stumpf enden, die übrigen sieben aber in stielförmige Fortsätze ausgehn, die der Achse parallel sind; von diesen Fortsätzen ist durchweg der des sechsten Gliedes der bedeutendste und auffälligste; er hat wegen seiner Schwertform auch Veranlassung zu dem Artnamen *C. bellatula* gegeben. Bei einer Art, *C. Grewingki* m. (T. 14, F. 1 a) und wohl auch bei *C. revaliensis* m., sieht man, dass schon das fünfte Leibesglied einen ähnlichen, wenn auch kurzen schwertförmigen Fortsatz zeigt.

Die Charaktere des Pygidiums sind schon oben besprochen worden.

Die Gattung *Cybele Lov.*, wie wir sie oben aufgefasst haben, kommt ausschliesslich in den eigentlichen Unter-Silurschichten (2te Fauna Barr.) vor, und zwar ist sie bei uns vom Vaginatenkalk bis zur Lyckholmer Schicht in neun Arten vertreten.

Bei der verhältnissmässig geringen Zahl von Arten sehe ich einstweilen von der Aufstellung von Untergattungen ab. Doch lassen sich wohl unter unsern Arten drei natürliche Gruppen unterscheiden, von denen die erste, die nur durch *Cybele bellatula* Dalm. (zugleich die älteste Art) gebildet wird, fünf Pleuren am Pygidium und nur Einen Tuberkel am Stirnrande vor der Glabella zeigt. Die beiden andern Gruppen haben vier Pleuren am Pygidium, und eine grössere Zahl (mindestens fünf) von Tuberkeln oder Zähnen am Stirnrande vor der Glabella; dabei hat die eine Gruppe eine deutlich nach vorn erweiterte Glabella und zerstreute Tuberkel auf derselben: hierher gehören *C. Wörthi* Eichw., *affinis* m., *Kutorgae* m. und *brevicauda* Ang.; die andre Gruppe hat eine fast parallelseitige, nach vorn nicht erweiterte Glabella, die regelmässig mit 3—4 Tuberkelpaaren besetzt ist: dahin gehören *C. revaliensis* m., *rex* Nieszk., *Grewingki* m. und *coronata* m. Von auswärtigen Arten und namentlich von den mir besser bekannten scandinavischen, gehören *C. aspera* Linnarss. und *verrucosa* Dalm. in die zweite Gruppe und *C. dentata* Esm. in die dritte. *C. Lovéni* Linnarss. scheint wieder einer besonderen Abtheilung entsprechen zu müssen.

Die oben genannten Abtheilungen bilden wohl auch genetische Verwandtschaftsgruppen, namentlich dürfte *C. brevicauda* (F) von der ältern *C. Kutorgae* (D) abzuleiten sein, mit der sie auch in der intermediären Wesenberger Schicht (E) zusammen vorkommt, in der auch wirkliche Zwischenformen vorhanden zu sein scheinen. *C. Kutorgae* ihrerseits könnte mit *C. Wörthi* (C_1) zusammenhängen, die zunächst älter ist. Ebenso dürfte *C. Grewingki* der Jewe'schen Schicht von *C. revaliensis* (C_1 u. $_2$) herzuleiten sein.

Die Gattung *Cybele* gehört dem reinen Untersilur an wie *Asaphus*; wie die Untergat-

tungen *Pterygometopus* und *Chasmops* (unter *Phacops*), ist sie bisher bei uns in grösster Formenmannigfaltigkeit gefunden worden. In ganz Scandinavien sind sechs Arten, von den brittischen Inseln zwei bis drei bekannt. Aus Amerika lässt sich der *Encrinurus mirus* Bill. hieher ziehen. In Böhmen fehlt die Gattung ganz.

Uebersicht der verticalen Verbreitung der Arten.

	B	C			D	E	F	Auswärtiges Vorkommen.
		1	2	3				
Cybele bellatula Dalm. sp.	+	+	—	—	—	—	—	Schweden und Norwegen, im Orthocerenkalk.
— *Wörthi* Eichw.	—	+	+?	+?	—	—	—	
— *affinis* n. sp.	—	+?	—	—	—	—	—	
— *Revaliensis* n. sp.	—	+	+	—	—	—	—	Viell. in norddeutsch. Geschieben.
— *rex* Nieszk.	—	—	+	—	—	—	—	
— *coronata* n. sp.	—	—	+	—	—	—	—	
— *Grewingki* n. sp.	—	—	—	—	+	—	—	
— *Kutorgae* n. sp.	—	—	—	—	+	+	—	
— *brevicauda* Ang.	—	—	—	—	—	+	+	Dalarne, im Leptaenakalk.
9	1	3—4	3—4	1	2	2	1	

Die meisten Arten (6) hat also wiederum, wie bei vielen andern Gattungen, die grosse Gruppe C. Die übrigen Schichtenabtheilungen führen nur 1—2 Arten, die übrigens mehrfach in zwei auf einander folgenden Schichten vorkommen, also eine längere Lebensdauer gehabt haben als die meisten übrigen Trilobiten. Mutationen lassen sich dabei auch zum Theil nachweisen, namentlich bei *C. bellatula* und *Kutorgae* welche letztere, wie wir gesehn haben, nach oben in *C. brevicauda* überzugehn scheint.

Unterscheidende Kennzeichen der Arten.

1. Stirnrand mit drei grossen Tuberkeln, von denen der mittlere dem Mittelschilde, die seitlichen den Randschildern angehören. Dorsalfurchen vorn etwas einwärts gewandt, bilden mit den Seitenrandfurchen einen Winkel. Augen ganz nach vorn gerückt, dem kleinen Frontallobus gegenüber. Schnauzenschild schmal, länger als breit. Seitenfurchen der Glabella kräftig, münden in die Dorsalfurche. Pygidium mit fünf Pleuren.

C. bellatula Dalm. sp. (Vork. in B u. C_1).

Stirnrand mit fünf oder mehr Tuberkeln, die alle zum Mittelschilde gehören. Dorsalfurchen in einem Bogen mit den Seitenrandfurchen verbunden. Schnauzenschild breit. Pygidium mit vier Pleuren. 2.

2. Dorsalfurchen fast parallel, vorn kaum auseinander weichend. Stirnrand mit fünf Zähnen oder Tuberkeln. Flache Stirnfurche deutlich. Auf der Oberfläche der Glabella 3—4 Tuberkelpaare in einer Reihe hinter einander. Seitenfurchen kräftig, erreichen die Dorsalfurche nicht. Nackenring von gleicher Höhe mit der Glabella. 3.

Dorsalfurchen nach vorn mehr oder weniger stark auseinander weichend; Stirnfurche nur schwach. Die Glabella nach vorn deutlich verbreitert, mit unregelmässig vertheilten Tuberkeln besetzt, oder die Tuberkel stehn wenigstens nicht paarweise hinter einander. Seitenfurchen schwach ausgebildet, münden in die Dorsalfurche. Nackenring erhebt sich über die Glabella. 5.

3. Augen nicht vor der Mitte der Wangen; Augenwulst mehr oder weniger nach hinten gewandt. Seitentuberkel vorhanden. 4.

Augen nach vorn gerückt, gegenüber der ersten Seitenfurche; Augenwulst parallel dem Occipitalrande. Vorderrandtuberkel fünf, in lange divergirende Hörner ausgezogen; Seitentuberkel fehlen. *C. coronata* n. sp. (Vork. in C_2).

4. Augen stark nach hinten gerückt, gegenüber der dritten Seitenfurche der Glabella; hinterer Zweig der Gesichtslinie parallel dem Occipitalrande. Glabella flach gewölbt. Tuberkel des Stirnrandes klein, rundlich. Ganze Oberfläche des Kopfes fast glatt, auch die paarigen Tuberkel nur schwach entwickelt. *C. Revaliensis* n. sp. (Vork. in C_1 u. C_2).

Augen gegenüber der zweiten Seitenfurche. Glabella gewölbt, vorn steil abfallend. Tuberkel des Stirnrandes klein, rundlich. Die paarigen Tuberkel und die Tuberkel des Seitenrands deutlich. Pygidium länger als breit.

C. Grewingki n. sp. (Vork. in D).

Augen gegenüber dem ersten Seitenlobus. Glabella flach gewölbt. Vorderrand mit fünf scharfen oder stumpfen deutlichen Zähnen. Alle Tuberkel auf dem Kopfschilde deutlich ausgeprägt. Pygidium ebenso lang wie breit. *C. rex* Nieszk. (Vork. in C_2).

5. Fünf bis sechs kleine runde Tuberkel am Vorderrande, die durch eine Lücke von den grössern Seitentuberkeln getrennt sind. Tuberkel der Glabella in vier aus 3—4 Tuberkel bestehenden Reihen hinter einander. 6.

Meist sieben runde Tuberkel am Vorderrande, mit den Seitentuberkeln einen zusammenhängenden, lückenlosen Kranz bildend. Tuberkel der Glabella-Oberfläche rund, regellos zerstreut. 7.

6. Augen gegenüber dem ersten Seitenlobus der Glabella. Glabella stark gewölbt; Seitenfurchen schwach. Schnauzenschild auf dem vordern Umschlag, von oben nicht zu sehn. *C. Wörthi* Eichw. (Vork. in C_1).

Augen gegenüber dem zweiten Seitenlobus der Glabella. Glabella ziemlich flach; Seitenfurchen deutlich. Schnauzenschild von oben sichtbar.

C. affinis n. sp. (Vork. in C_1?).

7. Kopfschild $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Dorsalfurchen divergiren schwach. Tuberkel des Vorderrandes kleiner als die Seitentuberkel. Grösste Breite der Glabella zwischen den Seitentuberkeln meist grösser als die ganze Länge derselben. Frontallobus der Glabella halb so lang als die ganze Glabella, deren Seitenfurchen deutlich. Pygidium endet breit abgerundet; die vierte Pleure nur an den Spitzen, an der Seite der Rhachis kaum zu erkennen. *C. Kutorgae* n. sp. (Vork. in D u. E).

Kopfschild schmäler, zwei mal so breit wie lang. Dorsalfurchen divergiren stärker, daher die Glabella nach vorn stark erweitert; ihr Frontallobus mehr als halb so lang wie die ganze Glabella, deren Seitenfurchen meist nur auf Steinkernen deutlich. Grösste Breite der Glabella höchstens ebenso gross als die ganze Länge derselben. Tuberkel des Vorderrandes kaum kleiner als die Seitentuberkel. Pygidium geht in eine stumpfe Spitze aus. Alle vier Pleuren deutlich. *C. brevicauda* Ang. (Vork. in E u. F).

Beschreibung der Arten.

Cybele bellatula Dalm. sp. T. XIII, F. 9—13. T. XV, F. 1—5.

1826. *Calymene bellatula* Dalm. Vetensk. akad. handl. p. 228. T. I, F. 4 a—d.
1828. — — — (Deutsche Ausg.) p. 36. T. I, F. 4.
1830. *Zethus verrucosus* Pander. Beitr. z. Geogn. Russl. p. 140, T. IV C, F. 4; T. V, F. 5.
1845. *Cybele bellatula* Lovén. öfvers. vetensk. acad. förhandl. p. 110. T. II, F. 3.
1848. *Zethus verrucosus* Volb. Verh. d. min. Gesellsch. p. 8. T. I, F. 5—7.
1852. *Cryptonymus bellatulus* Ang., Pal. suec. p. 3, T. IV, F. 1—3.
1858. *Zethus verrucosus* Hoffm. Verh. d. Mineral. Gesellsch. p. 32. T. III, F. 4, (Copie n. Volb.).
1860. *Cryptonymus bellatulus* Eichw. Leth. ross. p. 1414.
1860. *Cryptonymus parallelus* Eichw. l. c. p. 1417.

Die genauste Beschreibung unsrer Art stammt von Volborth. Sie wird in manchen Punkten von der Lovén'schen ergänzt, der weniger vollständige Exemplare zu Grunde lagen. Lovén lässt die verlängerten Pleuren schon beim fünften Leibesgliede anfangen und Volborth, wie auch unsre Exemplare zeigen, erst beim sechsten; ausserdem zeigen die betreffenden Abbildungen so manche Verschiedenheiten, dass, obgleich Volborth schon nicht angestanden hatte seinen *Zethus verrucosus* mit *Cybele bellatula* Lovén zu verbinden, ich doch eine neue Vergleichung der Lovén-Dalman'schen Original-Exemplare mit unsern Stücken für nothwendig hielt, die ich denn auch bei meiner letzten Anwesenheit in Stockholm ausgeführt habe. Die Stücke stimmen allerdings vollständig überein, nur sind die schwedischen Exemplare weniger gut erhalten, woher auch in der Darstellung keine völlige

Uebereinstimmung stattfinden konnte. Sonderbarer Weise citirt Volborth Dalman's ursprüngliche *Calymene bellatula*, auf deren Original-Exemplare ja doch auch die Lovén'sche Beschreibung gegründet ist, nicht zu unsrer Art, sondern zu *Cryptonymus Wörthi* Eichw. Eichwald's Versuch seinen *Cryptonymus parallelus* zu rehabilitiren, indem er ihn zu der von Volborth beschriebenen Form bringt, während er doch zugleich den ächten *Cr. bellatulus* bei uns gefunden haben will, ist durchaus als missglückt zu bezeichnen.

Alle Exemplare der Eichwald'schen sowohl als der Volborth'schen Sammlung gehören durchaus einer und derselben Art an, mit der sich auch die Pander'schen Zeichnungen sehr wohl vereinigen lassen.

Der ganze Trilobit ist von länglich-eiförmiger Gestalt, fast noch einmal so lang wie breit; die Länge des Kopfschildes ist vier mal in der ganzen Länge enthalten und die des Schwanzschildes $4\frac{1}{2}$ mal. Das Kopfschild ist halbmondförmig, $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, flach gewölbt mit steil abfallenden Wangen. Abweichend von den übrigen Arten gehn die Dorsalfurchen nicht in einem Bogen in die Randfurche über, sondern stossen mit derselben fast unter rechtem Winkel zusammen. Die Dorsalfurchen wenden sich von hier einwärts und gehn in eine seichte, sanft nach vorn gebogene Stirnfurche über, welche die beiden Dorsalfurchen verbindet.

Die Glabella ist flach gewölbt, nach vorn etwas verschmälert, eiförmig, der Frontallobus daher schmäler als die übrigen Loben; er ist von rhombischer Form und zeigt in der Mitte einen seichten Längseindruck. Vor seiner Mitte befindet sich in der Randwulst ein einzelner grosser, nach vorn gerichteter Tuberkel, der durch die Schnauzennath in eine obere und untere (auf dem Umschlag befindliche) Hälfte getrennt wird. Vor den beiden Seitenecken des Frontallobus steht im Randsaum, vor dem Kreuzungspunkt der Dorsal- und Randfurche, ein abgerundeter Tuberkel (der Seitentuberkel), hinter dem in der Dorsalfurche eine nicht immer deutliche kleine Grube (die Endgrube) zu bemerken ist. Die Seitenfurchen der Glabella sind schwach nach vorn vorgezogen und scharf markirt, sie münden deutlich in die Dorsalfurche. Die Entfernung zwischen den Loben rechter und linker Seite kommt ihrer Länge ziemlich gleich. Der erste und zweite Seitenlobus sind oblong, der dritte fast dreieckig, da die Richtung der Nackenfurche mit der dritten Seitenfurche etwas divergirt.

Die Oberfläche der Glabella zeigt deutlich drei Paar Tuberkel, von denen das erste am Grunde des Frontallobus, das zweite und dritte im Zwischenraum der beiderseitigen ersten und zweiten Seitenfurchen liegen. Ein viertes Tuberkelpaar lässt sich noch bisweilen vorn auf dem Frontallobus zu beiden Seiten des dortigen Längseindrucks erkennen. Zwischen den dritten Seitenloben fehlen die paarigen Tuberkel, wie das auch auf Angelin's Zeichnung richtig hervorgehoben ist. Weder Volborth noch Lovén haben diese paarigen Tuberkel bemerkt, und auch auf meiner Figur 9 a (T. XIII) sind die Tuberkel nicht richtig dargestellt (verbessert T. XV, F. 1). Es hängt dieses damit zusammen, dass auf der Gla-

bella (und auf dem ganzen Kopfschild) ausser den genannten paarigen Tuberkeln, noch gewöhnlich eine ganze Anzahl anderer, nur wenig kleinerer Tuberkel vorkommt, die unserer Art auch den Namen *Zethus verrucosus* Pand. eingetragen haben. Nur bei den aus tiefern Schichten (an der Gränze des Glaukonitkalks) stammenden Exemplaren von Ljapino (Samml. Plautin), wie auch auf einem Exemplar aus dem norwegischen Orthocerenkalk, das ich Herrn Brögger verdanke, treten die zerstreuten Tuberkeln zurück und die paarigen so hervor, dass sie sofort ins Auge fallen[1]). Ausser auf der Glabella kommen bei unsern Exemplaren noch Tuberkel in ziemlich dichter Reihe auf dem vordern Theil des Randsaums und zerstreut auf den Wangen, namentlich längs dem hintern Zweige der Gesichtsnath vor.

Die Wangenschilder sind fast zweimal so breit als die Glabella; sie laufen an den Hinterecken in kurze Spitzen aus.

Die Randschilder springen seitlich über den Hinterecken etwas vor, so dass an dieser Stelle bei einigen Stücken eine mehr oder weniger deutliche Einbucht entsteht (T. XV, F. 3); namentlich ist dieses der Fall bei einigen Exemplaren der Plautin'schen Sammlung aus Gostilizy, den einzigen aus der Echinosphaeritenschicht, bei denen auch die Hinterecken deutlich zu Spitzen ausgezogen scheinen. Im Uebrigen zeigen diese Exemplare keine Unterschiede, die etwa eine besonders zu benennende Mutation zuliessen. Die Randschilder sind nach vorn vorgewölbt und zugleich abwärts gebogen, so dass der Kopfumschlag eine bogenförmige Falte bildet, die in der Mitte *(margo oralis ascendens)*, der Glabella entsprechend, ausgebuchtet ist. Diese Mitte, an der wir auch das schmale Schnauzenschild sehn, ist verbreitert und abgeflacht, während im Uebrigen der Umschlag eine gerundete Kante bildet. An der flachen Mitte treten drei grössere Tuberkel hervor, von denen der mittelste, schon oben erwähnte, dem Schnauzenschild (und zugleich dem Mittelschild), die beiden seitlichen den innern Spitzen der Randschilder angehören.

Die Augen sind stark nach vorn gerückt, in gleicher Höhe mit den Seitenecken des Frontallobus; die vom Beginn der ersten Seitenfurche entspringenden kurzen Augenwülste sind etwas nach vorn gezogen.

Das Hypostoma (T. XIII, F. 9 b) ist von ovaler Form, am Grunde mit zwei Seitenflügeln, der Hauptkörper etwas gewölbt mit einem flachen ganzrandigen (nicht ausgefranzten, wie Volborth angiebt) Saum umgeben, der in eine stumpfe Spitze ausläuft (auf unserer Zeichnung nicht richtig angegeben). Die Oberfläche schwach tuberculirt.

Der Mittelleib bietet wenig für die Art Charakteristisches: was oben bei der Gattung gesagt ist, stützt sich vorzugsweise auf unsere Art. Die Rhachis sowohl als die Pleuren sind mit zerstreuten Tuberkeln besetzt.

---

1) Diese Form aus den tiefern Schichten (T. XV, F. 2) unterscheidet sich ausserdem noch durch einen breitern und längern Frontallobus sowie weniger einwärts gewandte Darsalfurchen, und könnte wohl als besondere Varietät oder gar vielleicht als Art bezeichnet werden. Sie stimmt am besten mit der Angelin'schen Darstellung.

Das Pygidium ist von vorgezogen dreieckiger Form, nur wenig breiter als lang. Die Rhachis (3 mal schmäler als das ganze Pygidium) verjüngt sich allmählich in eine stumpfe Spitze und besteht aus 16-18 Gliedern, von denen nur die ersten stets vollständig ausgebildet sind, während die hintern meist in der Mitte obliterirt erscheinen. Das Ende der Rhachis ist hufeisenartig von einem nach hinten schuhförmig zugespitzten und oben mit einem Kiel versehenen Fortsatz umgeben, der von der Spitze der Rhachis schwach abwärts geneigt ist und sich zwischen die stumpf endigenden Pleurenspitzen einschiebt (T. XIII, F. 13 a), deren innerste sich gerade noch hinter der Spitze des Fortsatzes berühren. Die Seitenlappen sind abwärts geneigt und bestehen aus 5 Pleuren jederseits, von denen die vorderen in einem Bogen, die hintern fast gerade, mit der Achse parallel, nach hinten verlaufen. Sie sind sämmtlich wie die Rumpfglieder durch eine nicht bis zum Randc durchgehende Furche in einen hinteren stärker gewölbten und einen vordern flachen Theil getrennt, von denen nur der erstere zerstreute Tuberkel trägt. Die Pleuren enden in stumpfe Spitzen, die eine hinter der anderen hervortretend, einen nach der Spitze stark vorgezogenen parabolischen Bogen bilden (T. XV, F. 6; auf T. XIII, F. 13 a ist der Bogen zu stumpf). Am Aussenrande, von der Seite gesehen, erscheinen die Pleuren ziegeldachartig übereinander geschoben (T. XIII, F. 13 b).

Maasse: Länge eines ganzen Exemplars vom Wolchow 65 mm., Breite desselben 35 mm. Länge des Kopfes 15 mm., des Pygidiums 12 mm. Bei einem anderen Exemplar der Kopf 14 mm. lang, 33 mm. breit. Das Pygidium bei einem dritten 14 mm. lang, bei 15 breit und 5 mm. Breite der Rhachis.

Vorkommen. Bisher bei uns nur im Petersburger Gouvernement und zwar vorzugsweise im Orthocerenkalk und den obern Schichten des Glaukonitkalkes, am Wolchow (Volb. Samml.), Umgegend von Pawlowsk, Ljapino bei Gostilizy (Coll. Plautin); oder endlich im gelben Echinosphaeritenkalk von Gostilizy (coll. Plautin), mit deutlichen Wangenhörnern. Auswärts im Orthocerenkalk von Schweden und Norwegen.

Erklärung der Abbildungen. T. XIII, F. 9 a, b, c, ein Kopfschild der Volb. Samml. (F. 9 a auf T. XV, F. 1 verbessert); F. 10 Innenansicht, in F. 4 auf T. XV verbessert; F. 11 Leibesglieder; F. 12 Pleurenenden von der Innenseite, um den Beginn der Höhlung zu zeigen. Die äussere Gränze der beiden abgebildeten Glieder muss abgebrochen gedacht werden; F. 13 Pygidium, (F. 13 a auf T. XV, F. 5 verbessert). Alle Stücke aus der Umgebung von Pawlowsk (Coll. Volborth). T. XV, F. 2 Kopfschild aus dem Orthocerenkalk von Ljapino (Coll. Plautin) mit paarigen Tuberkeln und breiterem Frontallobus; T. XV, F. 3 Kopfschild aus dem Echinosphaeritenkalk von Gostilizy (Coll. Plautin).

Cybele Revaliensis n. sp. T. XIII, F. 20. T. XIV, F. 6. T. XV, F. 6, 7. T. XVI, F. 40.

1874. *Zethus* sp. Steinhardt l. c. p. 59 T. 5, F. 8?

Von dieser Art sind einige ziemlich vollständige Exemplare und namentlich Kopfschilder vorhanden.

Das Kopfschild ist halbmondförmig, $2^1/_2$ mal so breit als lang, mit breit abgerundeten Hinterecken. Die Dorsalfurchen sind ziemlich seicht, verlaufen anfangs vertikal und gehen dann in einem Bogen in die ganz flachen Seitenrandfurchen über. Die Stirnfurche ist ebenfalls ganz flach, kaum vertieft, mündet mit einem scharfen Winkel in die Dorsalfurche und umgiebt in einem sanften Bogen die Glabella, diese vom Stirnrande trennend. Die Glabella ist flach gewölbt, ziemlich rectangulär, etwa $1^1/_2$ mal so lang wie breit, vorn mit bogenförmigem Rande, so dass der Frontallobus eine ovale Gestalt annimmt. Die Seitenloben sind nicht vollständig ausgebildet, da die Seitenfurchen nur als seitliche Vertiefungen der Glabella erscheinen und nicht bis zur Dorsalfurche reichen. Die vorderste Seitenfurche ist stark nach vorn gezogen. Die übrigen nur wenig (T. XV, F. 6). Zu beiden Seiten des Nackenrings findet sich jederseits ein *vierter* (dem Hinterrande paralleler) Eindruck, der in die Dorsalfurche mündet und in die Nackenfurche fortsetzt. Vor der ersten Seitenfurche und mit ihr in einer Linie liegt ein deutlich markirter Eindruck in der Dorsalfurche (die Endgrube), an der Stelle, wo von dieser die Stirnfurche sich abzweigt. Ueber dieser Grube, in dem Winkel zwischen Dorsal- und Stirnfurche sieht man an den beiden Seitenenden des Frontallobus einen deutlichen gerundeten Tuberkel. Der Stirnrand selbst zeigt ebenfalls Tuberkel, 5 an der Zahl, die aber nur ganz schwach angedeutet sind. Die Oberfläche der Glabella erscheint meist ganz glatt, nur bei gut erhaltenen Exemplaren (T. XV, F. 6) lassen sich, wie bei den beiden folgendenn Arten, 4 Paar Tuberkel erkennen. Die Wangenschilder sind sehr breit (2 mal so breit als die Glabella) und seitlich abwärts geneigt; auf ihrer Oberfläche sind, wie bei den übrigen Arten, schwache dichtstehende Grübchen zu erkennen aber keinerlei Tuberkel — oder doch nur ganz schwache, vorn auf der Randwulst. Die Augen stehen, was besonders charakteristisch für unsere Art ist, sehr weit nach hinten, der dritten Seitenfurche gegenüber. Die Augenwulst geht von der Dorsalfurche aus (aus der Gegend der ersten Seitenfurche) unter spitzem Winkel nach hinten zum Auge. Der hintere Zweig der Gesichtsnaht verläuft parallel dem Hinterrande des Kopfschildes. Von vorn gesehen, bildet der Vorderrand des Kopfschildes einen einfachen Bogen, ohne Ausbuchtung wie bei voriger Art, an deren Stelle der geradlinig verlaufende Stirnrand der Glabella tritt, mit dem unter ihm befindlichen breiten Schnauzenstück (T. XIII, F. 20 b) dessen Rand ebenfalls durch feine Tuberkel gekerbt ist.

Die Leibesglieder zeigen keine eigenthümlichen Charaktere; vom sechsten Gliede an sind, wie überhaupt bei der Gattung, die Pleuren mit einem nach hinten gerichteten Fortsatz versehn, doch endet schon die fünfte Pleure mit einer nach hinten gerichteten kurzen Spitze, wenn auch noch kein ausgebildeter Fortsatz da ist. Die Oberfläche der Leibesglieder ist

durchaus glatt. Die Rhachis verschmälert sich zusehends nach hinten zu (bei unserem besten Exemplar ist die Rhachis des ersten Gliedes 9 mm., die des letzten nur 5 mm. breit).

Das Pygidium (T. XIV, F. 6. T. XV, F. 7. T. XVI, F. 40) ist bei unsern Exemplaren nur mangelhaft erhalten und musste aus mehreren Stücken reconstruirt werden. Es ist breit dreieckig, wie es scheint etwas länger als breit, die Seitenlappen schwächer abwärts geneigt als bei voriger Art. Die Zahl der Pleuren beträgt vier, die der Rhachisglieder 17. Nur die vier ersten Glieder sind vollständig, die übrigen in der Mitte nur schwach angedeutet und hier vertieft, so dass auf Steinkernen zwei seitliche Höckerreihen erscheinen. Auf der flachen Mitte lassen sich einige, einzeln oder paarweis gestellte feine Tuberkel erkennen. Die Pleuren bestehn, wie bei voriger Art, aus einer Haupt- und Nebenrippe: nur die ersteren reichen bis zum Rande und sind mit einzelnen schwachen Tuberkeln gekrönt, die auch eine Reihe bilden können (T. XVI, F. 40). Die Pleuren enden nach aussen in kurze freie Spitzen (T. XV, F. 7), die einen vorgezogenen Bogen bilden. Zwischen die Basis der beiden äussersten Spitzen schiebt sich ein kurzer, abwärts gerichteter, oben gekielter Fortsatz ein, der vom Ende der Rhachis ausgeht.

Unsre Art steht der nächstfolgenden am nächsten, und unterscheidet sich von ihr vorzüglich durch die nach hinten gerückten Augen und die steiler nach vorn gerichtete erste Seitenfurche der Glabella, sowie durch die stärkern Gruben an den Seiten des Nackenrings; auch das Pygidium unterscheidet sich durch die Tuberkel auf den Pleuren.

Cybele Revaliensis erinnert auch etwas an die ungefähr in gleichem Niveau vorkommende *Cybele dentata* Esm. aus Norwegen, die ich durch die Güte von Herrn W. Brögger zu vergleichen Gelegenheit hatte. Bei letzterer Art sind aber die freien Spitzen des Pygidiums viel weiter vorgezogen, auch unterscheidet sich das Kopfschild durch die viel weniger nach hinten gerückten Augen. Immerhin gehört *C. dentata* in die nächste Verwandtschaft von unserer und der beiden folgenden Arten. Das von Angelin T. 41, F. 12 abgebildete Pygidium gleicht vollkommen unsrer Art.

Steinhardt hat (s. oben) ein Bruchstück eines Cybele-Pygidiums beschrieben und abgebildet (aus ostpreussischen Geschieben), das vielleicht zu unsrer Art gehört. Die doppelte Höckerreihe auf der Rhachis des Pygidiums, entsteht auf dem Steinkern an Stelle der unterbrochenen Spindelringe; die freien Enden der Pleuren sind auch bei unsrer Art vorhanden. Ebenso Spuren von den Tuberkelreihen auf den Pleuren.

Wahrscheinlich gehört hierher auch der von Reval stammende *Trilob. velatus* Schloth. Nachtr. II, p. 40, T. 22, F. 5, dessen Original ich im Berliner Museum gesehn habe. Es ist schlecht erhalten.

Maasse: Länge eines ganzen Exemplars 55 mm. Länge des Kopfschildes 15 mm., Breite desselben 36 mm. Länge des Thorax 28 mm.

Vorkommen. Bisher selten; ausschliesslich gefunden in der Echinosphaeriten- (C_1) und der ihr auflagernden Kuckers'schen Schicht (C_2) des westlichen Estlands, und zwar stammen die meisten Stücke von Reval (Mus. Reval und Plautin); ausserdem liegen ein

paar Bruchstücke aus Odensholm und Rogö (beide (C_1), und ein vollständiges aber schlecht erhaltenes Geschiebeexemplar von Spitham (Mus. Dorpat) vor, das von Nieszkowski zu *C. rex* gebracht wurde.

Erklärung der Abbildungen. T. XIII, F. 20a, b ein Stück von Reval (C_2), bei 20a die Tuberkel des Vorderrandes nicht gut dargestellt, die bei 20b besser sind (Mus. Reval); T. XIV, F. 6 ein vollständiges Pygidium aus der nämlichen Schicht, von Reval (Mus. Reval); T. XV, F. 6 eine Glabella von Odensholm (Mus. Dorpat), welche die Seitenfurchen besser zeigt als die F. 20 auf T. XIII; F. 7, ein Pygidium von Rogö (Mus. Rev.) mit erhaltenen Pleurenenden, der vordere Theil nach T. XIV, F. 6 ergänzt. T. XVI, F. 40 ein Pygidium von Reval aus der Hübner'schen Sammlung, an dem die schwache Tuberkulirung der Pleuren deutlich ist.

Cybele rex Nieszk. T. XIII, F. 21—23; T. XIV, F. 3, 4; T. XV, F. 8, 9.

1857. *Zethus rex* Nieszk., Archiv für Naturk. Est-, Liv- u. Kurl. Ser. I, Bd. I, p. 614. T. I, F. 3.
1858. *Zethus rex* F. Schmidt, Archiv für Naturk. u. s. w. Bd. II, p. 190 (ex. pt.).
1860. *Cryptonymus rex* Eichw., Leth. ross. anc. per. p. 1419.

Diese schöne Art ist uns zwar schon seit lange bekannt, wir kennen aber bisher noch keine vollständigen Exemplare, sondern nur die einzelnen Theile, nicht einmal ganze Kopfschilder ist es geglückt zu finden. Die wahrscheinlich zugehörigen Rand- und Schwanzschilder können nicht mit völliger Sicherheit unsrer Art angeschlossen werden, da in dem nämlichen Niveau noch eine andre ähnliche Art, *Cybele coronata* m., vorkommt.

Das Kopfschild ähnelt in seinem allgemeinen Bau in den Hauptdimensionen und im Verlauf der Dorsalfurchen, die ebenfalls in einem Bogen in die Randfurche übergehn, der vorigen Art; die Stirnfurche ist deutlicher ausgesprochen: sie trennt den flachen Stirnsaum von der flach gewölbten, ziemlich rectangulären Glabella, deren Vorderrand ebenfalls in einen wenig convexen Bogen vorgezogen ist. Die Glabella selbst ist kürzer als bei voriger Art, da sie nur $1\frac{1}{4}$ mal so lang wie breit ist. Die Seitenfurchen erreichen ebenfalls nicht die Dorsalfurche. Die erste ist stärker vorgezogen als die zweite, aber nicht so stark wie bei der vorigen Art; die dritte ist am Grunde etwas erweitert. Die Eindrücke zu beiden Seiten des Nackenringes, zwischen diesem und dem dritten Seitenlobus, sind ebenfalls vorhanden, aber nicht stark ausgeprägt. Ebenso ist die Grube in der Dorsalfurche, an der Abzweigungsstelle der Randfurche, deutlich vorhanden. Auf der Oberfläche der Glabella sieht man 3—4 Tuberkelpaare, von denen das letzte, zwischen den dritten Seitenloben, meist fehlt. Ausserdem finden sich noch einige überzählige Tuberkel, deren übrigens auf unsrer F. 21a auf T. XIII zu viele dargestellt sind. Die beste Zeichnung einer Glabella auf T. XV, F. 8. Auch der Nackenring zeigt einige (3—4) Tuberkel. Der Stirnrand bildet einen 1—2 mm. breiten und flachen Saum, an dem jederseits seitlich der schon bei frühern Ar-

ten erwähnte runde Tuberkel über der Grube der Dorsalfurche hervortritt und in der Mitte, von dem vorerwähnten Tuberkel durch einen Zwischenraum getrennt, eine Reihe von fünf grössern Tuberkeln (T. XIII, F. 22) oder meist Spitzen (T. XIII, F. 21 a, T. XV, F. 8, 9), die eine Krone bilden (daher der Speciesnamen *Rex*).

Die Wangen sind noch einmal so breit wie die Glabella, sie steigen zunächst von den Rückenfurchen seitwärts sanft an zu den Augenhöckern, die in gleicher Höhe mit der Wölbung der Glabella liegen, und fallen dann steil nach aussen ab; sie endigen in stumpfe Spitzen. Die Augen entspringen in gleicher Höhe mit dem ersten Seitenlobus der Glabella; sie stehn auf langen Stielen (bis 10 mm.), die aber am obern Ende durchweg zerstört sind, so dass die Sehfläche nicht zu erkennen ist. Die Augenwulst ist deutlich und etwas nach hinten geneigt; von ihr, der nach aussen gewandten Dorsalfurche und dem vordern Zweige der Gesichtsnath wird ein kleines, etwas abwärts geneigtes, dreieckiges Feld eingeschlossen. Die Oberfläche des Wangenschildes ist von dichtstehenden, ziemlich groben Gruben rauh (*scrobiculata*) und zeigt ihrerseits einige zerstreute Tuberkel, namentlich im innern Theil, unter der Augenwulst.

Die wahrscheinlich hierher gehörigen Randschilder (T. XIII, F. 22) sind schwach convex, mit breitem flachen Randsaum, der nur nach dem Vorderrande zu einige Tuberkel trägt. Die Oberfläche wie beim übrigen Wangenschild dicht mit Gruben bedeckt.

Das Pygidium (T. XIV, F. 3, 4) ist eiförmig, ebenso breit wie lang, mit wenig abwärts geneigten Seitenlappen. Die Rhachis zeigt 16—17 Glieder, von denen nur die vier ersten vollständig sind, ihre Spitze geht in einen kurzen, flach gewölbten dreieckigen Fortsatz aus, der das Ende des Pygidiums nicht ganz erreicht, sondern von den zusammenschliessenden Enden des letzten Pleurenpaares umschlossen wird. Grössere Tuberkel sind weder auf der Rhachis noch auf den Pleuren zu erkennen. Die vier Pleuren enden mit kurzen, gerade nach hinten gekehrten freien Spitzen, deren Enden einen schwach convexen Bogen bilden.

Cybele rex ist eine wohl charakterisirte Art, die von unsern beiden ihr nahestehenden Arten, *C. Revaliensis* und *Grewingki*, neben andern Charakteren vorzüglich durch die Stellung ihrer Augen unterschieden ist. Von auswärtigen Arten hat das Kopfschild von *Cybele dentata* Esm. (aus Norwegen), dessen Abguss mir vorliegt, wie mit voriger, so ebenfalls auch mit unsrer Art grosse Aehnlichkeit; das Pygidium (Mag. f. Naturvidenskaberne Bd. 5, T. 7, F. 10) unterscheidet sich eben durch die langen Pleurenspitzen, die bei unsrer Art immer kurz bleiben.

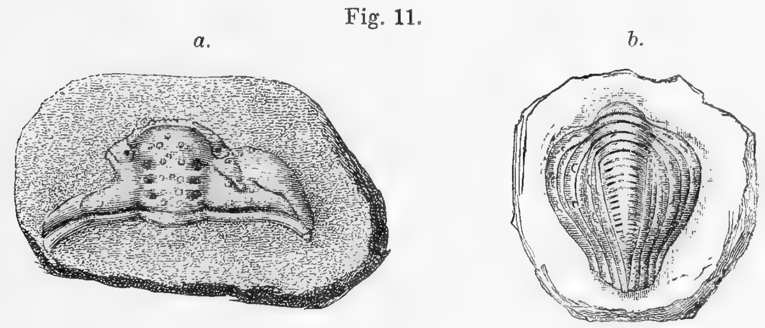
Maasse:	des Kopfschildes		des Pygidiums	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
	11 mm.	25	9 mm.	9 mm.
	10 »	21	—	—
	14 »	—	—	—

Vorkommen. Ausschliesslich und nicht selten, aber nie in vollständigen Exemplaren, im Brandschiefer (C_2) bei Kuckers, Salla unter Erras und Wannamois unter Tolks. Vorhanden in allen unsern Museen.

Erklärung der Abbildungen. T. XIII, F. 21 ein Kopfschild von Kuckers (Mus. Reval) mit Zähnen am Vorderrande, F. 22 ein anderes mit kürzeren Tuberkeln; F. 23 ein Kopfschild, ebendaher; T. XIV, F. 3, 4 Pygidien von Kuckers (Mus. Reval); T. XV, F. 8 Glabella von Kuckers mit gut erhaltener Oberfläche; F. 9 Ansicht von der Unterseite des Kopfschildes, auf der die Eindrücke der Glabella als Wülste hervortreten, ebendaher. Alle abgebildeten Stücke im Revaler Museum.

Cybele Grewingki n. sp. T. XIV, F. 1, 2.

Fig. 11.



Cybele Grewingki n. sp. von St. Mathias (Jewesche Schicht). *a.* Kopf, *b.* Pygidium.

Das schöne grosse auf T. XIV, F. 1 abgebildete Exemplar, ein Geschiebe aus Hapsal, das ich durch die Güte des Herrn Prof. C. Grewingk aus dem Dorpater Universitäts-Museum zur Benutzung erhielt, giebt mir Veranlassung eine neue Art aufzustellen, die ich ihrem Geber zu Ehren, der mir die Schätze des ihm anvertrauten Museums bereitwilligst für meine Arbeit zur Verfügung stellte, benenne. Ich war anfangs geneigt das Stück zu der vorangehenden Art, *C. rex* Nieszk., zu bringen; nachdem ich aber die nämliche Form in der Jewe'schen Schicht bei St Matthias, mit genau den gleichen Kennzeichen, anstehend gefunden (s. den Holzschn.) und es mir auch gelungen war, die von *C. rex* deutlich abweichenden Pygidien nachzuweisen, habe ich an der Selbstständigkeit unsrer Art nicht mehr gezweifelt, obgleich ich einen genetischen Zusammenhang immerhin annehmen kann, entweder mit *C. rex*, oder vielleicht noch eher mit der ebenfalls im W. vorkommenden *C. Revaliensis*, die gleichfalls nach hinten gerückte Augen und ein längliches Pygidium mit stumpfen Tuberkelreihen auf den Pleuren hat.

C. Grewingki ist viel grösser als *C. rex*; die Glabella ist von gleichem Umriss, aber viel stärker gewölbt und fällt am Frontallobus in viel steilerer Wölbung zur Stirnfurche ab; der Stirnsaum ist schmäler und trägt an seinem Vorderrande regelmässig fünf stumpfe Tuberkel, statt der bei *C. rex* meist vorhandenen spitzen Zähne. Die paarigen Seitentuber-

kel sind in gleicher Weise ausgebildet, ebenso die sehr grossen Gruben an der Kreuzungsstelle der Dorsal-, Stirn- und Seitenrandfurche; die vorderste Seitenfurche der Glabella ist etwas stärker nach vorn gezogen. Die Wangen sind ziemlich gleichartig gebildet, aber die Augen rücken etwas mehr nach hinten, so dass sie der zweiten Seitenfurche der Glabella gerade gegenüber stehn, demzufolge hat auch die Augenwulst eine stärkere Neigung nach hinten und ist das Randschild breiter, das ausserdem gröber ausgebildete, sehr dicht stehende Grübchen zeigt.

Die Leibesglieder sind von der vorigen Art nicht bekannt; bei unserer sieht man aber, dass schon die Pleuren des fünften Gliedes einen nach hinten ziemlich parallel der Achse gerichteten Fortsatz zeigen, der allerdings viel kürzer ist als der Fortsatz des sechsten Gliedes, mit dem bei den übrigen *Cybele*-Arten die nach hinten gerichteten Pleurenenden zu beginnen pflegen; auch die Pleuren der vordersten Glieder biegen sich mit ihren kurzen spitzen Enden etwas nach hinten, was auf der Zeichnung nicht zu sehen ist. Die Breite der Rhachisglieder nimmt sehr allmählig nach hinten zu ab.

Das Pygidium ist mehr in die Länge gezogen als bei der vorigen Art; es ist birnförmig, am Ende stärker zusammen gezogen und etwa $1^1/_6$ mal so lang wie breit. Die Rhachis ist gleichartig gebildet, nur die vordern Glieder gehn durch, die hintern sind in der Mitte obliturirt; deutliche Tuberkel sind auf ihr nicht wahrzunehmen; der spitz-dreieckige Endfortsatz der Rhachis schiebt sich zwischen die innersten Pleurenenden hinein, die sich an seinem Ende gerade noch berühren. Die Pleuren enden in stumpfen Spitzen, sind flach gewölbt und zeigen auf der Oberfläche ihrer Hauptrippen undeutliche Tuberkelreihen, wie bei *C. Revaliensis* (siehe den Holzschnitt).

Maasse:	des Kopfschildes		des Pygidiums	
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.
das grosse Stück	27 mm.	70 mm.	—	—
das Exemplar v. St. Mathias	14,5 »	34 »	—	—
	—	—	24 mm.	20 mm.

Vorkommen. Ausser dem erwähnten Geschiebeexemplar anstehend gefunden in der untern Abtheilung der Jewe'schen Schicht bei St. Mathias (s. d. Holzschnitt), von wo alle einzelnen Theile vorliegen, ausserdem der Abdruck eines Kopfes aus der nämlichen Schicht in einem Steinbruch zwischen Kegel und Kaesal auf dem Wege nach Fall, und Pygidien ebenfalls in der nämlichen Schicht bei Ristninna unter Wichterpahl und bei Annia.

Erklärung der Abbildungen. T. XIV, F. 1 a, b, das grosse Exemplar des Dorpater Museums; F. 2 ein Pygidium von Ristninna, nach einem andern von Annia ergänzt (Mus. Reval).

Cybele coronata n. sp. T. XIII, F. 24—27; T. XIV, F. 5; T. XV, F. 10.

Diese Art kommt mit *C. rex* zusammen vor und ist bisher auch noch nicht vollständig gefunden worden. Sie wird etwas grösser als diese genannte Art, und wenn sie auch im Allgemeinen mit ihr verwandt ist, so treten doch recht bedeutende Artenunterschiede hervor. Die Dorsalfurchen sind sehr flach, die Glabella in einem starken Bogen nach vorn gezogen, so dass die Länge des Frontallobus über die Hälfte der Länge der ganzen Glabella einnimmt. Die Seitenfurchen der Glabella sind sehr stark vertieft, reichen aber ebenfalls nicht bis zur Dorsalfurche. Ebenso sind die Gruben zu Seiten des Nackenrings stark ausgebildet. Die 3—4 paarigen Tuberkel auf dem Rücken der Glabella sind meist deutlich ausgebildet. Der Randsaum ist sehr schmal, trägt aber fünf starke lange Hörner, die eine Länge von 10 mm. erreichen und eine Krone bilden, die den ganzen Stirnsaum einnimmt (T. XIII, F. 24—26). Die isolirten Seitentuberkel, die an der Abzweigungsstelle der Stirnfurche bei den vorigen Arten vorkommen, fehlen; die sonst hinter denselben gelegene Grube am Ende der Dorsalfurche ist vorhanden, aber ziemlich seicht. Sie liegt nicht in einer Ebene mit den übrigen Furchen, sondern tiefer, da das schon bei voriger Art erwähnte Dreieck zwischen Augenwulst, Dorsalfurche und vorderem Zweig der Gesichtslinie, an dessen innerem Rande sie gelegen ist (T. XV, F. 10), fast vertical abwärts geneigt ist. Die Augenwulst ist sehr kräftig ausgebildet, steht horizontal ab und verläuft dem Hinterrande parallel. Zu beiden Seiten längs dem Grunde der Wulst sieht man eine Reihe von eingedrückten Punkten. Die Augen stehn um die Breite der Glabella von der Dorsalfurche ab und entspringen in der Höhe der ersten Seitenfurche.

Die Wangen ähneln im Ganzen denen der vorigen Art, sind etwas weniger als zwei mal so breit als die Glabella und nach dem Augengrunde zu nur wenig erhoben. Nach aussen fallen sie steil ab. Die Hinterecken sind bei keinem Exemplar deutlich erhalten. Die Oberfläche der Wangen trägt wie bei voriger Art einzelne zerstreute Tuberkel, und ist im Uebrigen von feinen eingedrückten Punkten bedeckt, die der Oberfläche nicht das rauhe Ansehn geben wie bei *C. rex.*

Auf der Tafel XIII habe ich auch zu dieser Art noch ein Randschild gerechnet (F. 27), das sich durch stärkere Tuberkulirung des Randsaums auszeichnet. In der That aber sehe ich keinen sichern Grund, weswegen ich es von dem Randschild F. 23 trennen sollte. Nach der Beschaffenheit der Punktirung der Oberfläche gehören die meisten der von mir gefundenen isolirten Randschilder zu unsrer Art und nur wenige zur vorigen; einen sonstigen Unterschied in der Form habe ich nicht ausfindig machen können.

Das Pygidium unsrer Art ist im ganzen dem der vorigen sehr ähnlich. Es ist breit eiförmig, ziemlich flach, ebenso lang wie breit; die Rhachis mit 16—17 Gliedern, von denen nur die vordersten vier vollständig sind. Der dreieckige Fortsatz am Ende der Rhachis ist stark abwärts geneigt und oben gekielt. Die Pleurenspitzen enden frei, sind länger

ausgezogen und spitzer als bei voriger Art und divergiren etwas, wenn auch nicht so stark als auf der Zeichnung (T. XIV, F. 5) angegeben ist. Einzelne Tuberkel finden sich auf dem Mittelstreifen der Rhachis und zerstreut auf den Hauptrippen der Pleuren.

Ebenso wie bei den Randschildern können wir nicht mit Sicherheit angeben, welche Pygidien zu unsrer Art gehören und welche zur vorigen. Da aber eine der vorigen Art sehr ähnliche Form (*C. Grewingki*) in der Jewe'schen Schicht vorkommt, deren Pygidien ebenfalls bekannt sind, und diese den von uns zu *C. rex* gerechneten sehr nahe stehn, so glauben wir unsre Bestimmung der Pygidien verantworten zu können.

Wir haben schon oben die Unterschiede von der vorigen Art angegeben, sie bestehen wesentlich in der vorgezogenen Lage der Augen, der starken, dem Hinterrand parallelen Augenwulst, von der an das Wangenschild sich steil nach vorn neigt, und in den fünf starken Randhörnern bei Fehlen der Seitentuberkel am Stirnrande.

Maasse:

	des Kopfschildes.	
	Länge.	Breite.
(mit Stacheln)	15 mm.	32 mm.
	22 »	—

Vorkommen. Bisher ausschliesslich im Brandschiefer (C_2) von Kuckers in Estland. Alle uns vorliegenden Stücke gehören dem Revaler Museum an. *C. coronata* kommt mit der vorigen Art zusammen vor, ist aber wohl etwas seltener.

Erklärung der Abbildungen. T. XIII, F. 24, das vollständigste Exemplar von Kuckers, die Seitenansicht F. 24b, in T. XV, F. 10 verbessert; F. 25, 26 andere Stücke von derselben Lokalität; F. 27 ein mit Zweifel hierher gezogenes Randschild; T. XIV, F. 5 ein Pygidium (die Spitzen der Pleuren divergiren etwas zu stark).

Cybele Wörthi Eichw. sp. T. XIII, F. 14—17.

1840. *Cryptonymus Wörthi* Eichw. Silur. Schichtensyst. von Estl. p. 70.
1848. *Zethus bellatulus* Volb., Verh. d. Mineral. Gesellsch. Jahrg. 1847, p. 10. T. I, F. 1—4.
1860. *Cryptonymus Wörthi* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1416, T. LIV, F. 7 (mala).

Es liegen eine ganze Anzahl vollständiger eingerollter Exemplare aus der Volborth'schen Sammlung vor.

C. Wörthi, mit der wir die Reihe der Arten mit nach vorn erweiterter Glabella und divergirenden Dorsalfurchen beginnen, ist eine kleine Art mit stark gewölbtem Kopfschilde, das nicht voll noch einmal so breit als lang ist und sich durch tief ausgeprägte Dorsal- und Randfurchen auszeichnet. Die Stirnfurche ist nur schwach entwickelt und oft kaum zu erkennen.

Die bei den meisten frühern Arten beobachteten Seitentuberkel des Stirnrandes sind auch hier vorhanden, und bilden die seitliche Begränzung des Frontallobus der Glabella; ihre Entfernung kommt der Länge der Glabella nicht gleich; hinter ihnen ist bei guten Exemplaren, und besonders an Steinkernen, die früher oft erwähnte Endgrube in der Dorsalfurche zu erkennen. Die Glabella selbst ist stark gewölbt, $1\frac{1}{4}$ mal so lang wie breit und vorn etwa $1\frac{1}{2}$ mal breiter als hinten. Der Stirnlobus vorn gerundet, halb so lang als die ganze Glabella. Die Seitenfurchen sind nur kurz und schwach ausgeprägt, so dass der Zwischenraum zwischen denselben ihre Länge wenigstens ums Doppelte überragt; sie münden in die Dorsalfurche. Die Oberfläche der Glabella zeigt eine Anzahl ziemlich grosser Tuberkel, die in vier Reihen übereinander gestellt sind, jede Reihe aus 3—4 Tuberkeln bestehend; die paarigen Tuberkel der frühern Arten lassen sich nicht herausfinden (wenigstens nicht bei ältern Exemplaren: bei ganz jungen sehe ich deutlich drei Tuberkelpaare übereinander auf dem Rücken der Glabella).

Der Stirnrand zeigt ausser den beiden oben erwähnten Seitentuberkeln, die etwas weiter abstehn, in seiner Mitte eine dichte Reihe von 5—6 runden Tuberkeln, die durch eine kleine Lücke von den Seitentuberkeln geschieden sind. Unter dieser Reihe sieht man eine ähnliche Reihe von fünf kleinern Tuberkeln, die dem Schnauzenschild angehören.

Die Wangen sind hoch gewölbt (die Augenhöcker sind von gleicher Höhe mit der Glabella); die Augenstiele sind verhältnissmässig kurz (der längste ziemlich vollständige 3 mm.); die Augenwülste erheben sich steil aus der Dorsalfurche zur Basis der Stiele, die in gleicher Höhe mit der ersten Seitenfurche gelegen ist. Der Aussentheil der Wangen fällt steil ab; die Randfurche ist stark markirt; der Randsaum, besonders vorn, dicht mit Tuberkeln besetzt; die innere Oberfläche der Wangen wie bei den übrigen, mit dichtstehenden feinen Grübchen versehn, zwischen denen zerstreute Tuberkel vertheilt sind, besonders hinter dem Auge und vor dem hintern Zweige der Gesichtslinie. Die Nackenfurche ist ebenfalls stark markirt, der Nackenring erhebt sich merklich über den Rücken der Glabella. Die Hinterecken sind abgerundet.

Am Thorax enden die ersten fünf Glieder stumpf, das sechste und die folgenden zeigen die bekannten nach hinten gerichteten Fortsätze der Pleuren (T. XIII, F. 16, 17). Einzelne kleine Tuberkel sind auf den Pleuren zerstreut.

Das Pygidium (F. 15) ist oval, ziemlich flach, ziemlich ebenso breit als lang; die Rhachis spitz, aus 16 Gliedern bestehend, von denen die Pleurentragenden vier ersten Glieder vollständig sind. Der Endfortsatz der Rhachis ist dreieckig, kurz, flach gewölbt nicht bis zum Ende des Pygidiums reichend, das von den verwachsenen innersten Pleurenenden gebildet wird. Alle Pleuren enden stumpf. Die Enden bilden einen wenig vorgezogen Bogen. Auf der Oberfläche der Hauptpleuren und auf der Rhachis sind einzelne feine Tuberkel verstreut, doch sind sie auf der Rhachis auf die deutlich ausgebildeten Seitentheile der Ringe beschränkt; die Mitte bleibt frei. Eichwald hat unsre Art in vielen Sammlungen

als solche bestimmt und auch die gute Volborth'sche Zeichnung dazu citirt, so dass wir nicht unklar darüber sein können, was der Typus des Eichwald'schen *Cryptonymus Wörthi* ist. Wie Volborth dazu gekommen ist, unsre Art für *Calymene bellalula* Dalm. zu erklären, ist schwer zu verstehn. Er sagt nur, dass die Art seit lange unter diesem Namen in seiner Sammlung liege.

Maasse: des Kopfes.

Länge	Breite:
9 mm.	16 mm.
6 »	11 »
4,5 »	8 »

Breite der Rhachis des 1-sten Thoraxringes 4,5 mm. (beim 1-sten Exempl.) des letzten 3 mm.; Breite des Pygidiums 6 mm., Länge desselben 6 mm.

Vorkommen. Bis vor Kurzem nur lose gefunden in der Umgebung von Pawlowsk (Humalassari) und Pulkowa und so in die Sammlungen von Volborth, Eichwald und der Mineralogischen Gesellschaft gekommen. Dem Gestein nach vermuthete ich dass die Art aus der Echinosphaeritenschicht (C_1) stammt, was durch die Plautin'schen Sammlungen bei Gostilizy, bestätigt wird. Im letzten Sommer (1881) hat General Plautin unsere Art auch bei Reval (C_1—$_2$) gefunden, wodurch die frühere Eichwald'sche Angabe bestätigt wird. Für ein noch höheres Vorkommen spricht der Fund eines Pygidiums bei Itfer, das aber keine sichere Bestimmung zulässt.

Erklärung der Abbildungen: T. XIII, F. 14, *a*, *b* eines der besten Exemplare der Volborthschen Sammlung aus der Umgebung von Pawlowsk. F. 15, Pygidium von einem andern Exemplar. F. 16. Vordere Thoraxringe. F. 17. Einer der hintern Thoraxringe mit dem hintern Fortsatz an den Pleuren.

Cybele affinis n. sp. T. XIII, F. 18, 19.

Nur ungern stelle ich diese neue Art auf, die mit der vorigen zusammengefunden ist und ihr in den meisten Stücken vollkommen gleicht. Ein so wichtiger Charakter wie die Stellung der Augen durfte aber nicht ausser Acht gelassen werden; diese sind nämlich viel mehr nach hinten gerückt als bei der vorigen Art und entspringen in der Höhe der zweiten Seitenfurche der Glabella[1]). Zugleich ist die Glabella nach vorn sanfter abgedacht; ihre Seitenfurchen sind stärker ausgebildet. Die Tuberkel auf dem Rücken der Glabella, sowie an den Seiten und in der Mitte des Stirnrandes verhalten sich wie bei voriger Art; aber

---

1) Volborth erwähnt übrigens selbst schon dieses Umstandes bei einem Exemplar seines *Zethus bellatulus* l. c. p. 10 (in der Anmerkung), ohne indessen darauf eine besondere Art zu gründen.

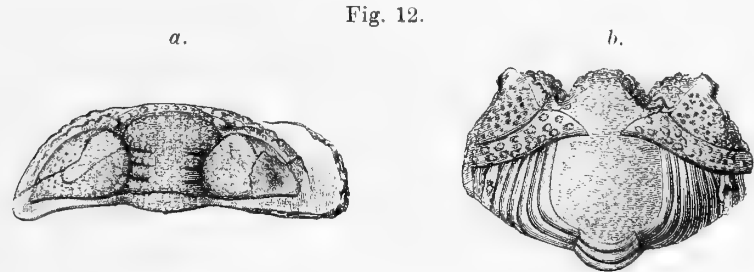
die Schnauzennath kommt vor den Stirnrand auf die Oberseite des Kopfschildes (und nicht auf den Kopfumschlag wie bei andern Arten) zu liegen, so dass das Schnauzenschild von oben sichtbar ist, wodurch sich unsre Art von allen übrigen *Cybele*-Formen unterscheidet. Der Thorax und das Pygidium zeigen durchaus keinen Unterschied von der vorigen Art, ebenso die Maasse.

Vorkommen. Es sind nur 2 Exemplare vorhanden in der Volborth'schen Sammlung, die aus der Umgebung von Pawlowsk stammen und wahrscheinlich wie die vorige Art dem Echinosphaeritenkalk zuzuschreiben sind.

Erklärung der Abbildungen: T. XIII, F. 18, 19. Ober und Unterseite eines Kopfshildes aus der Volborth'schen Sammlung.

Cybele Kutorgae n. sp. T. XV, F. 11—14; T. XVI, F. 39 *a*, *b*.

Fig. 12.



Cybele Kutorgae n. sp. 7 Werst südlich von Jewe, von Pander gesammelt (D). *a.* Kopf von oben, etwas restaurirt; *b)* ganzes Exemplar von vorn.

In der Sammlung der Mineralogischen Gesellschaft fanden sich einige Pygidien und Stücke von Kopfschildern von Wörth und Kutorga gesammelt und als *Cryptonymus Wörthi* Eichw. bezeichnet, die ich bald von dieser Art unterscheiden konnte. Später fand ich noch andere hierher gehörige Stücke bei Moloskowitzy an der baltischen Bahn und in der Jeweschen Schicht Estlands, die zwar alle nicht vollständig erhalten sind, aber doch genügen die Species zu charakterisiren, die ich zu Ehren des verdienstvollen ersten Erforschers der silurischen Petrefakten der Umgebung von Gatschina *Cybele Kutorgae* nennen will. Die Art zeigt allerdings einige Anknüpfungspunkte an *C. Wörthi*, mit der sie ja auch in eine und dieselbe Gruppe gehört; näher ist sie aber mit der folgenden *C. brevicauda* Ang. verwandt und ist höchst wahrscheinlich auch als ihr direkter Vorläufer zu betrachten.

Das Kopfschild ist breit und kurz, vorn breit abgerundet, etwa $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang. Die Dorsalfurchen tief, weichen nach vorn deutlich auseinander und zeigen die Endgruben deutlich. Die Glabella trapezoidal, gewölbt, vorn schwach convex, der Frontallobus weniger als halb so lang wie die ganze Glabella, deren vordere Breite zwischen den stark entwickelten Seitentuberkeln meist etwas die ganze Länge übertrifft und $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{5}$ mal soviel beträgt wie die hintere Breite am Grunde der Glabella. Die Seitenfurchen derselben

deutlich, horizontal, kaum halb so lang wie die Breite des Zwischenraums. Die Oberfläche mit unregelmässig verstreuten runden Tuberkeln bedeckt. Die Stirnfurche deutlich; vor ihr auf dem Stirnrande ein Kranz von meist 7 runden Tuberkeln, die sich direkt, ohne Lücke, an die bedeutend grössern Seitentuberkel anschliessen. Die Wangen ebenso hoch und noch einmal so breit als die Glabella, innerhalb der der zweiten Seitenfurche gegenüberstehenden Augen nur mit groben Tuberkeln, ausserhalb derselben auf dem Occipitalflügel zugleich mit Grübchen, auf dem quadrantförmigen, steil nach vorn geneigten Randschilde innerhalb der Seitenrandfurche nur mit ziemlich groben Grübchen besetzt. Der Seitenrand flach und breit, nach vorn mit grossen runden Tuberkeln besetzt, die nach hinten allmählig schwächer werden. Die Augenwülste steil aus der Dorsalfurche ansteigend, nur schwach markirt. Die Hinterecken stumpf, soviel sich erkennen lässt. Der Nackenring hoch, überragt deutlich die Glabella.

Die Leibesglieder, die an dem im Holzschnitt dargestellten Exemplar erhalten sind, zeigen an den 5 ersten Pleuren deutlich abgerundete Enden, die 6-te Pleura hat ihren stielförmigen Fortsatz kräftig entwickelt, der bei den spätern Gliedern bedeutend an Grösse abnimmt, wie überhaupt diese spätern Glieder deutlich kleiner werden, so dass die Breite der Rhachis des 12-ten Gliedes nur wenig über die der Hälfte des 1-ten Gliedes beträgt.

Das Pygidium ist breit einförmig, stumpf, ähnelt in seiner Form so ziemlich dem von *C. Wörthi.* Die Rhachis besteht wie gewöhnlich aus 16 Gliedern. von denen nur die ersten 4 vollständig ausgebildet, die übrigen in der Mitte obliterirt sind, Einige paarig stehende kleine Tuberkel lassen sich auf dieser Mittelportion erkennen. Das Ende der Rhachis geht in eine kurze, abwärts geneigte, dreieckige, das Ende des Pygidiums nicht erreichende Spitze über, die von den verwachsenen Pleurenenden des 4-ten Pleurenpaars auf einer Strecke von etwa 1 mm. überragt wird. Die Seitenlappen ziemlich flach, schwach abwärts geneigt. Nur drei Pleurenpaare deutlich, diese aber in ihren Hauptrippen scharf markirt und über die schwach angedeuteten Nebenrippen hervorragend: das 4-te Pleurenpaar nur mit seinen Endspitzen deutlich, an den Seiten der Rhachis nur als schwache Anschwellung angedeutet. Schwache flache Tuberkel auf den Hauptrippen scheinen vorhanden zu sein. Sämmtliche Pleuren enden in kurze stumpfe Spitzen, die einen nur wenig convexen Bogen bilden. Hierdurch und durch die schwache Entwicklung des vierten Pleurenpaars, so dass man auf den Seitenlappen nur 3 Pleuren zu erkennen glaubt, unterscheidet sich unsre Art deutlicher als durch das Kopfschild von den beiden Verwandten, *C. Wörthi* und *brevicauda*, die beide 4 ausgebildete Pleuren haben, deren Spitzen einen vorgezogenen Bogen bilden.

Ausser mit den beiden genannten Arten ist *C. Kutorgae* noch einigermaassen der ächten *C. verrucosa* Dalm. sp ähnlich, doch sind bei dieser die Augen mehr nach vorn gerückt und die Tuberkel am Stirnrande feiner und viel zahlreicher; auch das Pygidium unterscheidet durch die längern freien Enden der Pleuren.

Die Beziehungen zu *C. brevicauda* werden bei dieser Art noch näher besprochen werden.

Maasse:

des Kopfschildes		der Glabella			des Pygidiums	
Länge.	Breite.	Länge.	Breite. vorn.	Breite. hint.	Länge.	Breite.
14 mm.	33 mm.	10,5 mm.	10,5 mm.	8,5 mm.		
15 »	37 »	11 »	12 »	10 »		
16 »	— »	11,5 »	12 »	9 »		
— »	— »	— »	— »	— »	10,5 mm.	11 mm

Vorkommen. Grösstentheils in der Jeweschen Schicht und vorzugsweise in deren oberer Abtheilung; bisher noch keine vollständigen Exemplare gefunden. Im Petersburger Gouvernement in der Umgebung von Gatschina (wohl bei Parizy) ein Kopf und verschiedene Pygidien von Kutorga gesammelt (Mineral. Gesellsch.); von mir selbst Theile von Kopfschildern bei Moloskowitzy. In Estland 7 W. südlich von Jewe das vollständigste oben im Holzschnitt dargestellt Exemplar von Pander gefunden (Volborth's Saml.), ausserdem unvollständige Kopfschilder bei Perifer, Penningby und St. Mathias, Pygidien von Sommerhu- und Kegel (alles im Revaler Mus.). Die Art scheint aber aber auch in der Wesenberger Schicht vorzukommen, wenigstens habe ich ein von Prof. Dames bei Wesenberg (E) gefundenes Kopfschild (Berliner Mus.) nur für unsere Art bestimmen können.

Erklärung der Abbildungen. T. XV, F. 11, unvollständiges Kopfschild von Perifer (Mus. Reval); F. 12 ein desgl. von Penningby (ebenda); F. 13 ein Randschild von Moloskowitzy (ebenda); F. 14 ein Pygidium von Sommerhusen (die vierte Pleure zu deutlich); T. XVI, F. 39 *a, b*. Kopf von Gatschina (Coll. miner. Gesellsch).

Cybele brevicauda Ang.? T. XI, F. 23, T. XIV, F. 7—10. T. XV, F. 15—17.

1854. *Cybele brevicauda* Angel. Pal. scandin. p. 89. T. 41, F. 14.
1857. *Zethus brevicauda* Nieszk. l. c. p. 617.
1857. — *bellatulus* Nieszk. l. c. p. 613 (ex pt.).
1857. — *atractopyge* Nieszk. l. c. p. 616.
1857. *Encrinurus sexcostatus* Nieszk. (non Salt.) l. c. p. 610.

Erst nach mehrfachen Combinationen bin ich dahin gelangt, die verschiedenen Stücke, die mir von dieser Art vorliegen, zusammenzubringen und auch die vier nach Nieszkowski oben angeführten Arten in eine zu vereinigen. Dass wir es hier wirklich mit *C. brevicauda* Ang. zu thun haben, beruht z. Th. nur auf einer Annahme, da diese Art ja nur auf ein mangelhaft erhaltenes Pygidium hin aufgestellt ist. Einen Hauptstützpunkt gewinnt unsere Annahme durch die sonstige nahe Uebereinstimmung der Trilobiten — und übrigen Fauna — zwischen unserer Lyckholmer Schicht und der des Leptaenakalks vom Osmundsberg in Dalarne [1]), von der ich mich durch Sammeln an Ort und Stelle, sowie durch wiederholte Durch-

1) In jeder der entsprechenden Ablagerungen ist bisher nur Eine *Cybele*-Art gefunden worden.

sicht der Stockholmer Sammlungen überzeugt habe. Es bleibe den späteren Forschungen der schwedischen Palaeontologen überlassen, ob sie meine Bestimmung anerkennen wollen oder nicht.

Unsere *C. brevicauda* beruht auf mehreren unvollständigen Stücken, von denen das vollständigste den Kopf und Rumpf erhalten zeigt — das Pygidium fehlt. Dieses Stück hat schon Nieszkowski vorgelegen und ist von ihm als *Zethus bellatulus* Volb. — also als *C. Wörthi* bestimmt worden. Es gehört dem Dorpater Universitäts-Museum an und hat keine Fundortsangabe, nach dem Gestein könnte es der Wesenberger oder dem untern Theil der Lyckholmer Schicht angehören. Die übrigen Theile von Kopfschildern — aus der Wesenberger sowohl als der Lyckholmer Schicht — die uns vorliegen, stimmen mit diesem Exemplar gut überein.

Das Kopfschild ist ziemlich halbkreisförmig, stark gewölbt, noch einmal so breit als lang. Die tiefen Dorsalfurchen divergiren ziemlich von Anfang an. Die Glabella ist birnförmig, länger als breit, oder höchstens ebenso breit wie lang (die grösste Breite vorn zwischen den Seitentuberkeln). Der Frontallobus ist stark vorgewölbt und seine Länge beträgt mehr als die halbe Länge der ganzen Glabella. Die Glabella ist dicht und unregelmässig mit grossen und kleinen Tuberkeln besetzt; am Stirnrande bilden diese (6 bis 7 an der Zahl) einen Kranz, der durch eine schwache Stirnfurche vom übrigen Theil der Glabella geschieden wird. Zu beiden Seiten dieses Kranzes und durch keine Lücke von ihm geschieden, lässt sich ein etwas (allerdings sehr wenig) grösserer Tuberkel erkennen, der dem Seitentuberkel anderer Arten entspricht; auch die Grube hinter diesem an der Einmündungsstelle der Stirnfurche in die Dorsalfurche ist, besonders auf Steinkernen, erkennbar. Die Seitenfurchen der Glabella sind schwach angedeutet, (ebenfalls nur auf Steinkernen T. XV, F. 16 deutlich), der Zwischenraum zwischen denselben etwa dreimal so breit als die Länge der Furchen selbst. Die Eindrücke zu beiden Seiten des Nackenrings, die bei der vorigen Art noch deutlich waren, sind hier kaum zu erkennen. Der Nackenring selbst ist stark ausgebildet und erhebt sich deutlich über den Rücken der Glabella (T. XIV, F. 8.)

Die Wangen sind ebenso breit als die grösste Breite der Glabella, ebenso wie diese dicht mit Tuberkeln besetzt. Die Augen stehen auf mässig gewölbten Höckern auf gleicher Höhe mit der zweiten Seitenfurche der Glabella. Die Randschilder zeigen einen kräftigen Randsaum, der nach vorn, wo er sich an die Glabella anlegt, angeschwollen ist. Er ist dicht mit groben Tuberkeln besetzt. Die gewölbte Fläche des Randschildes dagegen mit groben Vertiefungen, zwischen denen Tuberkel erscheinen.

Auf T. XI, F. 23 sehen wir die gesonderte Darstellung eines Randschildes, aber in umgekehrter Stellung, das ich früher fälschlich zur Gruppe *Pseudosphaerexochus* unter *Cheirurus* gebracht hatte.

An den Rumpfgliedern lässt sich erkennen, dass die ersten 5 Pleuren stumpf enden, während die 6te einen langen und kräftigen nach hinten gewandten Fortsatz hat (T. XIV, F. 7b).

Ausser dem oben beschriebenen vollständigsten Stück kommen isolirte Glabellen und Pygidien, wie schon oben gesagt, sowohl in der Wesenberger als der Lyckholmer Schicht vor. Die Glabellen stimmen gut zu dem genannten Stück, daher es auch möglich wurde, sie als zu *Cybele* gehörig zu erkennen, während sie sonst wohl zu *Encrinurus* hätten gerechnet werden können. Die wenn auch schwach hervortretenden Seitentuberkel des Stirnrandes sowie die vorhandenen Endgruben der Dorsalfurche gaben gute Hülfskennzeichen ab.

Die Pygidien stimmen so ziemlich zur Originaldarstellung der *C. brevicauda* Ang. Sie sind breit eiförmig, ebenso lang wie breit, die Rhachis aus 16 Gliedern in gleicher Beschaffenheit wie bei früheren Arten, endet in eine dreieckige ungekielte Spitze, die von den innersten Pleurenenden umschlossen wird. Die Pleuren enden mit kurzen und stumpfen Spitzen, die einen deutlich vorgezogenen Bogen bilden. Die Wesenberger (T. XV, F. 17) Exemplare (*Zeth. atractopyge* Nieszk.) sind von fast rhombischer Form; zeigen etwas flachere Seitenlappen und lassen auf der Rhachis in deren obliterirtem Mitteltheil einige feine Tuberkelpaare erkennen, wie sie auch Angelin bei *C. brevicauda* angiebt; sie stimmen also besser zur Angelinschen Art als die Stücke aus der Lyckholmer Schicht (T. XIV, F. 9) die stärker geneigte Seitenlappen haben und auf der Mittellinie der Rhachis nur vereinzelte Tuberkel erkennen lassen, zu denen allerdings bisweilen Spuren von paarigen hinzukommen.

Unsere Art schliesst sich wie gesagt zunächst an *C. Kutorgae* an, aus der sie vielleicht hervorgegangen ist. Die bedeutendere Grösse, die stärker divergirenden Dorsalfurchen, sowie die mehr vorgezogene Glabella mit kürzeren und undeutlicheren Seitenfurchen, die weniger deutlich unterschiedenen Seitentuberkel, sowie endlich das spitzere Pygidium mit deutlich ausgebildeten 4 Pleuren, bilden die wichtigsten Unterschiede. Immerhin kommen bei Wesenberg Glabellen vor, die uns zweifelhaft lassen, wohin sie zu bringen sind; die meisten Stücke, sowohl Pygidien als Glabellen, gehören entschieden zu *brevicauda*, doch habe ich schon früher erwähnt, dass ein Kopfschild des Berliner Museums von dort, in meiner Gegenwart gefunden, noch die Charaktere von *C. Kutorgae* trägt; die Wesenberger Pygidien (T. XV, F. 17) sind flacher, stimmen aber sonst gut zur Hauptform. Das von Nieszkowski als *Encrinurus sexcostatus* bestimmte Geschiebeexemplar von Dago (eine unvollständige Glabella) ist etwas unsicher und schwankt ebenfalls in seinen Charakteren zwischen *C. Kutorgae* und *brevicauda*.

Maasse:

Kopfschild		Glabella			
Länge	Breite	Länge	Breite vorn	Breite hinten	
12,5 mm.	23 mm.	10 mm.	9 mm.	6 mm.	(das vollständigste Stück)
11,2 »	— »	8 »	8 »	5 »	(ein Exemplar von Schwarzen).

Bei dem ersten Exemplar beträgt die Länge des geraden Fortsatzes der 6ten Pleure 20 mm.

Vorkommen. Ausser dem oben beschriebenen fast vollständigen Stück des Dorpater Museums haben wir noch einige Glabellen und Pygidien aus Wesenberg (E), und als Geschiebe der Lyckholmer Schicht bei Schwarzen von Pahnsch gesammelt (Mus. Reval). Ausserdem liegen uns noch ein Paar Geschiebe vor, von Hapsal und von Dago (*Encrinurus sexcostatus* Nieszk.). Anstehend noch ein Pygidium von Neuenhof bei Hapsal (F), das schon Nieszkowski zu *C. brevicauda* gebracht hat. Die von ihm aus dem Brandschiefer von Wannamois hierher citirten Pygidien gehören zu *C. rex*, von der er nur das Kopfschild beschreibt.

Erklärung der Abbildungen. T. XI, F. 23 ein umgekehrt gestelltes Randschild (früher fälschlich zu *Pseudosphaerexochus* gezogen) als Geschiebe bei Schwarzen gefunden (Mus. Reval); T. XIV, F. 7a, b das vollständigste Exemplar des Dorpater Museums (F. 2); F. 8 ein Geschiebe-Kopfschild von Schwarzen (F) von der Seite, das nämliche Exemplar von oben in T. XVI, F. 15 (Mus. Reval); F. 9 ein Pygidium ebendaher; F. 10 ein Pygidium von Wesenberg (E), verbessert in T. XV, F. 17 (Mus. Reval); T. XV, F. 16 Steinkern eines Kopfschildes von Hapsal, an dem die Endgrube der Dorsalfurche zu erkennen ist und die Seitenfurchen der Glabella deutlicher hervortreten (Mus. Dorpat).

Gen. Encrinurus Emm.

Wir haben oben bei der Betrachtung der Familie der Encrinuriden schon auf die wichtigsten Unterscheidungscharaktere von *Encrinurus* gegenüber *Cybele* aufmerksam gemacht. Es würde überflüssig sein, hier jetzt eine ausführliche Gattungscharakteristik zu geben, da wir auf eine solche bei Nieszkowski (Vers. ein. Monogr. d. silur. Trilob. d. Ostseeprovinzen im Archiv für Naturk. Est- Liv- und Curl. Ser. I, Bd. I, p. 602) verweisen können, auch die von Salter in Dec. VII Mem. Geol. surv. gegebene ist vollkommen richtig. Wir wollen hier nur noch einmal auf einige Unterschiede und Aehnlichkeiten im Vergleich mit *Cybele* hinweisen. Beide Gattungen sind auf ihrer Oberfläche, namentlich der Glabella, tuberculirt, während aber *Cybele* einfache abgerundete Tuberkel hat, findet sich auf der Spitze der Tuberkel von *Encrinurus* ein kleiner runder Eindruck, der, wie es scheint, allen Arten zukommt, oder an dessen Stelle eine Pore, die auf Durchbohrung der Tuberkel deutet (Quart. journ. VI, T. 32, F. 9b). Die vordern Zweige der Gesichtsnäthe sind bei *Cybele* immer durch das meist breite Schnauzenschild getrennt, bei *Encrinurus punctatus* stehen sie mit ihren Enden in Berührung, da das schmal elliptische Schnauzenschild beiderseits vollkommen von den sich unten berührenden Randschildern (T. XV, F. 18, 21) umschlossen wird. Die Randschilder geben gute Unterschiede ab; sie sind bei *Cybele* nach vorn zugespitzt, bei *Encrinurus* breit abgestutzt, daher haben sie bei ersterer eine dreiseitige, etwa einem Quadranten entsprechende, bei letzterem eine unregelmässig vierseitige Form. Bei *Cybele* gehören sie nur den Wangen an, bei *Encrinurus* nehmen sie Theil

an der Bildung der Glabella, zugleich theilt sich auf ihnen die Dorsalfurche, indem sie einen Zweig nach rechts (die Randfurche) und einen nach links (die Stirnfurche) abgiebt, welche die Glabella an der vordern Seite begränzt. Diese Stirnfurche umgiebt aber die Glabella nicht ganz, sondern verliert sich vor der Mitte der Glabella an dem Schnauzenschild. Bei *Cybele* hatten bekanntlich die Randschilder gar keinen Antheil an der Stirnfurche, die mit dem Stirnrande ausschliesslich dem Mittelschild des Kopfes angehört.

Das Hypostoma von *Encrinurus* ist durchaus eigenthümlich gebildet, dreilappig, mit einem cylindrischen Mittellobus, der sich an die Spitze des Schnauzenschildes anlegt. Eine ähnliche Bildung kommt nur bei *Cromus* Barr. vor, der ja schon nach Barrande der nächste Verwandte unserer Gattung ist.

Die Rumpfpleuren sind bei *Cybele* von der 6ten an (oder schon früher) mit nach hinten gerichteten Fortsätzen versehen; bei *Encrinurus* sind sie alle gleichartig und enden abgestutzt (*E. punctatus*) oder mit einem kurzen, nach hinten gerichteten Vorsprung (*E. Seebachi*). Der innere Pleurentheil ist bei *Cybele* immer durch eine kräftige Furche in eine vordere (Fulcrar-) und eine hintere gewölbte Portion geschieden. Bei *Encrinurus* findet dasselbe Verhältniss statt, nur ist die Fulcrarportion viel schwächer ausgebildet. Die Rhachisglieder haben bei *Encrinurus* an einigen derselben dornförmige Fortsätze, bei *Cybele* niemals. Der Unterschied in den Pygidien ist bekannt.. Er besteht ausser in der grösseren Zahl der Pleuren bei *Encrinurus*, die nicht der Achse parallel gehn, auch noch darin, dass die Pleuren durchweg einfach sind und keine Längsfurche zeigen wie bei *Cybele*.

Uebersicht der einheimischen Arten.

Verticale Verbreitung.

	E	F	G	H	I	K	Auswärtiges Vorkommen.
1. *Encrinurus obtusus* Ang	—	—	—	—	—	+	Gotland.
2. — *punctatus* Wahlb.	—	—	+	+	+	+	Ueberall im Obersilur ausser in Böhmen.
3. — *multisegmentatus* Portl.?	—	+	—	—	—	—	Irland, Geschiebe von Sadewitz.
4. — *Seebachi* n. sp.	+	+	—	—	—	—	
	1	2	1	1	1	2	

Unterscheidende Kennzeichen:

1. Pygidium stumpf, Rhachisglieder 10, Pleuren in gleicher Zahl. *E. obtusus* Ang. (K.)

Pygidium spitz, Rhachisglieder über 20, Pleuren 8—12. 2.

2. Glabella birnförmig, gleichmässig gewölbt, nur mit runden Tuberkeln besetzt, ohne deutlichen Tuberkelkranz am Vorderrande. Dorsalfurchen stark divergirend. Pygidium mit 8 Pleuren. Rhachis mit einer Reihe kleiner Tuberkeln.

E. punctatus Wahlb. (G. H. I. K.)

Glabella birnförmig, gleichmässig gewölbt, mit runden und hinten mit konischen Tuberkeln; deutlicher Tuberkelkranz am Vorderrande. Dorsalfurchen stark divergirend. Pygidium mit 11—12 flachen Pleuren, breiter als lang, ohne Tuberkel auf der Rhachis.

E. multisegmentatus Portl. sp. (F.)

Glabella oblong, nach hinten ansteigend, fast rectangulär, mit runden und hinten mit grossen zitzenförmigen Tuberkeln; vorn ein deutlicher Tuberkelkranz durch eine Furche geschieden. Dorsalfurchen kaum divergirend. Pygidium mit 9—10 gewölbten Pleuren, etwas länger als breit. *E. Seebachi* n. sp. (E.)

Von unseren Encrinuren gehören *E. obtusus* und *punctatus* der Obersilurformation an, und zwar findet sich *E. punctatus* vorzüglich in den untern Abtheilungen derselben G, H und I, am meisten in der letztern, der untern Oeselschen Gruppe; seltener in K, während *E. obtusus* nur in der Schicht K, der obern Oeselschen Gruppe, gefunden ist. Die beiden andern Arten sind untersilurisch und zwar gehört *E. Seebachi* der Wesenberger (E), *multisegmentatus* der Lyckholmer und Borkholmer Schicht (F) an. *Encrinurus* beginnt also, verschieden von *Cybele*, in den obern Abtheilungen des Untersilur und setzt sich durch das ganze Obersilur fort: damit stimmen auch die Angaben aus dem übrigen Nordeuropäischen Silurgebiet, während beide Gattungen im Böhmischen Becken fehlen. In Nord-Amerika kommt der *E. vigilans* Hall im Trenton-, der *E. punctatus* im Niagarakalk vor. Was den präsumtiven genetischen Zusammenhang unserer Arten betrifft, so bilden allerdings die drei in der Zeit aufeinanderfolgenden Arten *E. Seebachi*, *multisegmentatus* und *punctatus* eine derartig zusammenhängende Reihe, dass eine genetische Verbindung zulässig erscheint. Eine Ableitung der ältesten Art *E. Seebachi* aus einer früheren Form, etwa aus einer *Cybele*, lässt sich dabei nicht wahrscheinlich machen.

Encrinurus? obtusus Ang.

1854 und 1878. Angelin Palaeontol. scandinav. p. 3. T. IV, F. 9.

1859. Nieszkowski Zusätze zur Monogr. d. Trilobiten. d. Ostseepr. im Archiv für Naturk. Liv-, Est- und Kurl. Ser. I., Bd. II, p. 377.

Es liegt uns nur ein schlecht erhaltenes Schwanzschild und ein besser erhaltener Abdruck eines solchen vor, die mit der Angelinschen Diagnose und Abbildung gut stimmen. Die Form des Pygidiums ist stumpf-dreieckig, die Seitenlappen sind abwärts geneigt. Die Zahl der Rhachisglieder ebenso wie die der Pleuren beträgt 10. Auf der Rhachis sind nur die ersten Glieder vollständig erhalten; die späteren in der Mitte obliterirt. Auf der Mitte

der Rhachis erscheint eine Tuberkelreihe, nicht alle Glieder aber tragen Tuberkeln, sondern wie es scheint abwechselnd, eins ums andere. Die Länge des Pygidiums 10 mm., die Breite ebenso viel. Die Beschaffenheit des Pygidiums erinnert an den englischen *E. variolaris* Brgn., doch beträgt bei dem letztern die Zahl der Pleuren nur 7, bei 10 Rhachisgliedern. Es bleibt ungewiss, ob unsere Art wirklich ein echter *Encrinurus* ist.

Vorkommen. In der obern Oeselschen Gruppe (K), bei Uddafer, die Exemplare im Mus. der Dorpater Naturforschergesellsch. Auswärts bei Katthammersvik auf Gotland gefunden in einer Localität, die vollkommen mit unsern obern Oeselschen Schichten übereinstimmt.

Encrinurus punctatus Wahlb. T. XIV, F. 11—13. T. XV, F. 18.

1821. *Entomostracites punctatus* Wahlb. Nov. Act. Upsal. Vol. VIII, p. 32, T. II, F. 1.
1826. *Calymene punctata* Dalm Palaead. p. 47, T. II, F. 2 *a*, *b*.
1837. — — His. Leth. suec., T. I. F. 9.
1839. — — Murch. Sil. syst. p. 23, F. 8.
1845. *Encrinurus punctatus* Emmr. Neues Jahrb. d. Geol. u. Miner. p. 42.
1847. — — Corda. Prodr. böhm. Trilob. p. 91, F. 55.
1848. — — Kutorga. Verh. Mineral. Ges. 1847 p. 299, T. VIII, F. 4.
1850. *Cybele punctata* Fletcher. Quart. Journ. geol. soc. Vol. VI, p. 403, T. 32, F. 1—5.
1853. *Encrinurus punctatus* Salt. Mem. geol. surv. Dec. VII, T. 4, F. 14—16.
1854. *Cryptonymus punctatus* Ang. Pal. scandin. p. 3, T. IV, F. 4—8.
1857. *Encrinurus punctatus* Nieszkowski. Monogr. d. Trilob. d. Ostseeprov. im Archiv für Naturk. Liv-, Est- u. Kurl., Ser. I, B. I., p. 604, T. III, F. 6, 7. Dieselbe Figur wiederholt in d. Nachträgen im Arch. Bd. II, T. III, F. 16, 17.
1858. — — Hoffmann. Verh. d. mineralog. Gesellsch. p. 35. T. III. F. 5 (Copie nach Kutorga).
1858. — — F. Schmidt, Untersuch. Silur. Form. Erkl. im Archiv f. Naturk. u. s. w Bd. II, p. 290.
1860. *Cryptonymus punctatus* Eichw. Leth. ross. anc. per. p. 1413.
1874. *Encrinurus punctatus* Steinhardt, Trilob. in preuss. Geschieben p. 58, T. IV, F. 15.
1875. — — F. Schmidt, Bemerk. über d. Podolisch-galizische Silurform. in Verh. d. Miner. Gesellsch. p. 14.

Es scheint mir überflüssig, diese wohlbekannte, oft beschriebene und gut abgebildete Art nochmals abzuhandeln; ich verweise auf Nieszkowski's ausführliche Beschreibung und gute Abbildung, sowie auf die gute Diagnose von Salter l. c., mit der ich vollkommen einverstanden bin. Hier begnüge ich mich mit einigen ergänzenden Bemerkungen. Bei unseren Exemplaren lässt sich kaum ein unterscheidbarer Tuberkelkranz am vordern Rande der Glabella erkennen, wie Fletcher (l. c.) und Andere ihn anführen. An den Seiten der Glabella befinden sich am Rande der Dorsalfurche jederseits drei stärkere Tuberkel die als Vertreter der Seitenloben gelten können, während die Zwischenräume zwischen ihnen die Seiten-

furchen darstellen. Am Vorderrande der Glabella, wo die vordere Spitze des Schnauzenschildes und die beiden Randschilder zusammentreffen, erkennt man einen kleinen Vorsprung des Randes, wie ein solcher schon auf der Nieszkowskischen Figur T. III, F. 7 zu erkennen ist. Auf T. XV, F. 18 haben wir das Schnauzenschild mit Umgebung nochmals dargestellt. Zu beiden Seiten des Schnauzenschildes beginnt eine Furche im Randschilde; die schräg nach hinten gerichtet die Dorsalfurche erreicht und die Glabella begrenzt.

Das Hypostoma habe ich (T. XIV, F. 11 c) abbilden lassen um einen Vergleich mit dem bisher noch nicht bekannten von *E. Seebachi* m. (T. XIV, F. 23) zu ermöglichen (s. diese Art). Die Rumpfglieder zeigen an den Pleuren eine schwache Gelenkfurche oder Fulcralportion (F. 13, auch Barr. l. c. T. 6, F. 23), die nur auf dem abwärts gerichteten Vorderrande derselben an isolirten Gliedern sichtbar und von oben her an ganzen Exemplaren nicht zu erkennen ist. Auf der Rhachis erkennt man am 7. und 10. Gliede Ansätze zu einem Dorn, die schon Fletcher (l. c. F. 1, s. auch Barr. l. c. p. 823) beschrieben hat. Nieszkowski giebt sie l. c. p. 606 am 7. und 9. an; bei den uns vorliegenden Stücken finden wir diese Ansätze ganz wie die Engländer sie beschreiben.

Die Pygidien kommen bei uns meist in der gewöhnlichen dreieckigen Form mit kurzer, etwas aufwärts gerichteter Spitze vor, wie sie auch auf Gotland gewöhnlich ist. Die Form mit langer gerader Spitze, die in den oberen Schichten Gotlands nicht selten ist und auch in England bei Dudley (Salter l. c. F. 15) vorkommt, habe ich nur einmal in den oberen Oeselschen Schichten gefunden.

E. punctatus kommt bei uns nur im Obersilur, und zwar durch alle Schichten, vor, ganz so wie suf Gotland. Es ist mir noch nicht gelungen, die wahrscheinlichen Mutationen festzustellen, die er in den einzelnen Schichten durchmacht. Doch scheint mir, dass bei den tiefsten obersilurischen Vorkommnissen die ganze Form des Pygidiums (das am häufigsten gefunden wird) flacher und die Spitze kürzer ist. Die oben erwähnte bekannteste Form mit kurzer aufwärts gerichteter Spitze kennen wir vorzugsweise von St. Johannis (d. typische Lokalität für die untere Oesel'sche Gruppe I), endlich die Form mit langer gerader Spitze ist, wie gesagt, noch höher gefunden. Die Tuberkeln auf den Pleuren sowohl des Rumpfs als des Pygidiums sind bei uns meist undeutlich, da wir es vorzugsweise mit gerollten ausgewaschenen Exemplaren von Johannis zu thun haben; daher erwähnen ihrer weder Kutorga noch Nieszkowski; ich habe wiederholt deutliche Spuren von ihnen gesehen.

In Schweden wie bei uns ist, wie gesagt, *E. punctatus* ausschliesslich obersilurisch. In England will man ihn auch im Untersilur gefunden haben (s. Salter l. c. p. 6), doch ist ja dort überhaupt die Gränze zwischen Ober- und Untersilur durch die Einfügung der Landoveryschichten etwas unsicher geworden. Ebenso hat in Norwegen, im Christianiabecken, die genaue Abgränzung von Ober- und Untersilur erst noch stattzufinden. In der Kjerulf'schen Etage 5 ist Beides vertreten. Was Eichwald bei uns von *Encrinurus punctatus* als untersilurisch anführt, gehört Alles zu andern Arten. Die Wesenberger Stücke sind *E. Seebachi m.* und die Angabe unsrer Art von Sjass beruht auf einem missverstandenen Citat aus Keyser-

ling's Reise ins Petschoraland p. 289. Dort sind die gesammelten Trilobiten angeführt: *a*) von Sjass der *Asaphus expansus* und *b*) *Encr. punctatus* und *Bumastus barriensis* aus dem weissen obersilurischen (damals noch für Untersilur gehaltenen) Dolomit von der Waschkina im Petschoralande, mit *Pentamerus samojedicus* und *Cypridina marginata*. J. Hall führt unsre Art auch aus dem Niagarakalk Nord-Amerika's an, p. 297, T. A 66, F. 1, doch scheint die Uebereinstimmung keine vollständige zu sein.

Vorkommen. Sehr verbreitet in unsern obersilurischen Schichten; am meisten am Strande bei St. Johannis auf Oesel gefunden (I), wo auch einige vollständige Exemplare vorgekommen sind; meist zeigen diese indess die spitzen Hinterecken nicht mehr, daher auch Kutorga und Hoffmann die Art mit stumpfen Ecken beschrieben haben. Ausser bei St. Johannis kommt die Art wohl an allen übrigen Localitäten der Schicht I, sowohl auf Oesel als im Festlande vor; ebenso im Gebiet des obern Pentamerenkalks (H), z. B. bei Nudi, Talkhof, Kattentack, wo die Form des Pygidiums ganz genau dieselbe ist wie in I. Die flachere Form mit kürzerer Schwanzspitze findet sich in der Schicht G, in der Jörden'schen sowohl als der Raiküll'schen Schicht bei Pastfer, Laisholm, Saage, Kardina u. a.

In der oberen Oeselschen Schicht (K) ist, wie gesagt, die Art nur einmal, in der Form mit langgespitztem Pygidium, bei Koggul gefunden worden. In anderen Silurgebieten, wie oben erwähnt, auf Gotland, in Norwegen, England, an der Waschkina, am Dniestr (vollkommen übereinstimmend) und in Nord-Amerika.

Erklärung der Abbildungen. T. XIV, F. 11, Theil einer Glabella nebst Hypostoma von St. Johannis auf Oesel (I), F. 11 *b* auf T. XV, F. 18 verbessert, indem die spitze Endigung des Schnauzenschildes angegeben ist (das Original im Museum der Petrowskischen landwirthschaftlichen Akademie bei Moskau); T. XIV, F. 12 Glabella von der Seite; F. 13 Rumpfglieder (alles St. Johannis, die Exemplare in Dorpat).

Encrinurus multisegmentatus Portl. sp. (?) T. XIV, F. 14, 15; T. XV, F. 19, 20.

1843. *Amphion multisegmentatus* Portl. Geol. Rep. of Londonderry p. 291, T. III, F. 6.
1843. *Ampyx ? baccatus* Portl. l. c. p. 262, T. III, F. 11.
1853. *Encrinurus multisegmentatus* Salt. Mem. Geol. surv. Dec. VII, Encrinurus p. 7.
1837. — — Nieszk. l. c. p. 609 (ex pt.).
1858. — — F. Schmidt, l. c. p. 190 (ex pt.).
1861. — — Ferd. Römer, foss. Fauna v. Sadewitz p. 75, T. VIII, F. 7 *a, b, c*

Wir können die vorstehende Bestimmung noch nicht für völlig gesichert halten, obwohl die Darstellung und das Niveau bei Portlock so ziemlich stimmt. Die von ihm beschriebenen Stücke sind eben noch ziemlich unvollständig. Ganz genau stimmt das von F. Römer l. c. abgebildete Pygidium, das nach Bruchstücken restaurirte Kopfschild schon weniger. Es liegen uns ein unvollständiges Kopfschild, ein Randschild und mehre Pygidien vor, auf welche die nachfolgende Beschreibung gestützt ist.

Die Glabella birnförmig, vorn noch einmal so breit wie hinten, in der Mitte am

höchsten gewölbt. Vorn ein Kranz grösserer Tuberkel (bei unserm Exemplar leider abgebrochen, s. T. XV, F. 19 *b*). Im Uebrigen die vordern Tuberkel kleiner, gerundet, die hintern grösser, kegelförmig mit deutlichem Eindruck auf der Spitze. Der schmale Nackenring liegt tiefer als die Glabella (dadurch sofort von *Cybele brevicauda* zu unterscheiden). Die Dorsalfurchen sind breit und tief, divergiren stark. Die Wangenhöcker sind ähnlich tuberculirt wie die Glabella — wir sehen zwei grössere kegelförmige Höcker zwischen einer Anzahl kleiner.

Das uns vorliegende Randschild (T. XIV, F. 14) ähnelt sehr dem von *E. punctatus*, es hat dieselbe schief trapezoidale Form; die Basis des Auges ist von Tuberkeln umgeben, darunter folgt auf dem Aussenfelde des Wangenhöckers eine nur mit Gruben besetzte, von Tuberkeln freie Partie. Der Randsaum und der Glabella-Antheil des Randschildes sind mit Tuberkeln besetzt, die aber feiner sind und in mehr Reihen auftreten als bei *E. punctatus*. An dem Ende der Dorsalfurche, wo sich diese in die Stirn- und Randfurche theilt, sehen wir auf unserm Exemplar (es ist ein Steinkern) eine tiefe Grube, die einem innern Schaalenvorsprung entsprechen muss. Auch bei den andern Arten, die ich immer mit erhaltener Schaale gesehen, ist dieser Eindruck, wenn auch schwächer, zu erkennen.

Das Pygidium ist breit dreieckig, etwas breiter wie lang, die Rhachis noch einmal so lang wie breit, allmählig zugespitzt, aus etwa 24—27 Ringen bestehend, von denen die hintern in der Mitte obliterirt sind. Tuberkel sind durchaus gar keine vorhanden, ebensowenig wie auf den Pleuren. Die Seitenlappen sind schwach seitlich abwärts geneigt, fast nocheinmal so breit wie die Rhachis; die Pleuren, 11—12 an der Zahl, anfangs wenig nach hinten gezogen, später mehr, die letzten der Rhachis fast parallel; sie sind flach gewölbt, breit, mit schmalen (kaum halb so breit als die Pleuren) Furchen dazwischen, und springen am Rande nur wenig vor, wodurch sie sich von denen bei *E. Seebachi* unterscheiden, der stärker gewölbte, den Furchen gleichbreite, am Rande stärker vorspringende Pleuren hat.

Es liegen uns einige Schwanzschilder aus der Lyckholmer Schicht vor (von Neuenhof, Muddis und Hohenholm) die wie es scheint Uebergangsformen von *E. Seebachi* vorstellen, da die Zahl der Pleuren zwar bis 10 oder 11 steigt, die gewölbtere schmälere Form derselben aber erhalten bleibt.

Mit der Originalzeichnung bei Portlock stimmt das Pygidium ganz gut, das Kopfschild zeigt bei unsrem Exemplar aber den vordern Tuberkelkranz weniger markirt, während bei dem Irischen wiederum die nach hinten zu auf der Glabella grösseren, konischen Tuberkel nicht zu erkennen sind.

Maasse:

des Kopfschildes	des Pygidiums	
Länge.	Länge.	Breite.
10 mm.	— mm.	— mm.
— »	11,5 »	14 »
— »	10 »	12 »
— »	8 »	9 »

Vorkommen. Fast ausschliesslich in der Lyckholmer Schicht: bei Neuenhof umweit Hapsal, und bei Kertel und Pallokull (das Kopfschild) auf Dago. Das Randschild von Turwaste bei Piersal. Spuren von Pygidien auch bei Borkholm. Ausserdem noch zahlreiche Pygidien als Geschiebe bei Schwarzen von Pahnsch gesammelt. Auswärts in Geschieben bei Sadewitz in Schlesien. Die Identität mit der Irischen Form aus dem Caradoc von Tyone ist noch nicht sicher nachzuweisen.

Erklärung der Abbildnngen. T. XIV, F. 14. Ein Randschild (joue mobile) von Turwaste bei Piersal (Mus. Reval); F. 15 ein Pygidium von Schwarzen (Mus. Reval); T. XV, F. 19 ein unvollständiges Kopfschild von Pallokülla-Krug auf Dago (Mus. Dorpat); F. 20 Seitenansicht des Pygidiums von T. XIV, F. 15.

Encrinurus Seebachi n. sp. T. XIV, F. 16—26. T. XV, F. 21—23.

1857. *Encrinurus multisegmentatus* Nieszk. l. c. p. 609 (ex pt.).
1858. — — F. Schmidt, l. c. p. 190 (ex pt.).

Diese Art ist uns lange von Wesenberg bekannt, wo sie in verschiedenen getrennten Theilen häufig ist, und wurde von uns früher mit den nur mangelhaft bekannten und untersuchten Pygidien der vorigen Art zusammen für *E. multisegmentatus* Portl., bestimmt, mit dem sie durchaus nicht vereinigt werden darf, während dessen Identität mit der vorigen Art noch immerhin wahrscheinlich ist. Nieszkowski hat seiner Beschreibung des *E. multisegmentatus* vorzugsweise die Wesenberger Exemplare zu Grunde gelegt. Obgleich wie gesagt die getrennten Theile unsrer Art in den Wesenberger Steinbrüchen nicht selten sind, so ist doch nur einmal, 1861, ein ziemlich vollständiges Exemplar gefunden worden (T. XIV, F. 16), von dem inzwischen leider verstorbenen Prof. v. Seebach in Göttingen, der damals als Begleiter von Prof. F. Römer unsrem Silurgebiet einen Besuch abstattete. Das erwähnte wichtige Stück habe ich später durch Hrn. v. Seebach aus dem Göttinger Museum zur Benutzung erhalten. Ich erfülle nur eine Pflicht der Erkenntlichkeit wenn ich unsre Art ihm zu Ehren benenne.

Der ganze flach ausgestreckte Trilobit ist von länglicher Form, etwa noch einmal so lang wie breit, schwach gewölbt. Kopf- sowohl als Schwanzschild etwa $3\frac{1}{2}$ kürzer als das ganze Thier. Das Kopfschild ist stark gewölbt. Die beiden Randschilder stossen in einem stumpfen Winkel mit ziemlich geradlinigen Schenkeln zusammen (T. XV, F. 21), ohne Vorsprung in der Mitte wie bei *E. punctatus*, (Nieszk. Monogr. T. III, F. 7, Zus. T. I, F. 17, auf unsrer Figur nicht deutlich), bei dem auch die Randschilder im Zusammehange eine mehr bogenförmige Contour zeigen (T. XIV, F. 11, *c*). Der Kopfumschlag ist einfach gerundet. Die allgemeine Form des Kopfschildes können wir nach vorliegenden Stücken nicht beschreiben, da uns keine ganzen Exemplare sondern nur die einzelnen Theile, das Mittelstück mit dem grössten Theil der Glabella und den Occipitalflügeln, und die Randschilder (Joues mobiles) vorliegen, die den grössten Theil der Wangen und den vordern Theil der Glabella bilden. Es

scheint in der allgemeinen Form des Thiers kein wesentlicher Unterschied von *E. punctatus* stattzufinden, mit dem wir allein vergleichen können. Desto mehr in den einzelnen Theilen. Das Mittelstück ist etwa $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie lang, durch tiefe, nach vorn wenig divergirende Dorsalfurchen in den Glabellarantheil und die breiten Occipitalflügel getrennt. Der Glabellarantheil ist von ziemlich rectangulärer Form, vorn convex, kaum $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie hinten (während die Glabella von *E. punctatus* vorn 2—$2\frac{1}{2}$ mal, von *multisegmentatus* 2 mal so breit ist wie hinten); er ist im letzten Drittel am stärksten gewölbt und fällt von hier steil zum Nackenring, in allmähliger Abdachung zum Vorderrande, und ebenfalls steil zu beiden Seiten in die Dorsalfurche ab. Der Vorderrand ist bogenförmig, bei gut erhaltenen Exemplaren deutlich in einem stumpfen Winkel vorspringend (T. XV, F. 22); er ist von einem Kranz von 6—7 grössern runden Tuberkeln begleitet, der durch eine besondere Furche (die immer deutlich ist) von der übrigen Glabella geschieden ist. Es lassen sich an dem Vorderrand deutlich zwei Schenkel unterscheiden, die den angränzenden Glabellarlappen der Randschilder entsprechen und eine mittlere stumpfe Spitze die an die Schnauzennaht stösst. Die Oberfläche der Glabella (um sich kurz auszudrücken) ist auf der vordern geneigten Abdachung dicht von grossen niedrigen gerundeten Tuberkeln bedeckt. Nach hinten zu, auf der Höhe der Glabella erheben sich einige von ihnen (etwa 7) stärker und nehmen eine kegelzitzenförmige Gestalt an; sie werden bis 3 mm. lang bei 1,5 mm. breit. Der schmale schwach convexe Nackenring wird ganz von ihnen verdeckt.

Die Occipitalflügel bestehn aus dem Wangenhöcker, der etwas niedriger als die Glabella ist und ähnliche Tuberkel zeigt (darunter zwei bis drei grosse zitzenförmige) und den in ziemlich lange mit den Enden etwas einwärts gebogene, Hörner ausgezogenen Hinterecken. Die Wangenhöcker fallen nach hinten ebenso steil ab wie die Glabella und verdecken mit ihren grossen Tuberkeln die Seitenflügel des Nackenrings. Am Ende der tiefen Occipitalfurche, am Grunde der Wangenhörner markiren sich noch 4—5 grössere gerundete Tuberkel. Die Wangenhörner selbst sind rings gerundet, schmal, divergiren zuerst etwas nach aussen um dann mit ihren Spitzen wie gesagt (T. XIV, F. 19) sich wieder etwas einwärts zu biegen. Die Länge der Hörner übertrifft etwas die Länge der Glabella.

Die Randschilder (F. 22*a*) sind bekanntlich von unregelmässig vierseitiger Form: die convexe äussere Seite ist die längste; die concave hintere Seite entspricht dem äussern Zweige der Gesichtsnath; die innere dem vordern, sie durchschneidet den Wangenhöcker und geht auf die Glabella über; die kurze gerade vordere Seite des Randschildes begränzt das schmale Schnauzenschild (T. XV, F. 21). Auf der Oberfläche des Randschildes unterscheiden wir den breiten flach gewölbten tuberculirten Randsaum (T. XIV, F. 22), der in der Mitte in einem Winkel nach innen vorspringt und nach vorn sich verschmälert; ferner die ihn begleitende Randfurche die bis zum erwähnten Vorsprung reicht; von diesem an die sich nach vorn verengende Stirnfurche. An der Vereinigungsstelle beider Furchen bemerkt man einen Eindruck, der dem Ende der Dorsalfurche, die sich hier in ihre beiden Zweige theilt, entspricht. Dann haben wir den gewölbten dreieckigen Wangenantheil der auf der ganzen Oberfläche

dicht tuberkulirt ist, wodurch er sich von den vorhergehenden beiden Arten unterscheidet die nur einen Tuberkelkranz um die Basis des Auges zeigen. Zwischen den Tuberkeln sieht man fein eingestochene punktförmige Gruben verstreut. Endlich vorn auf dem Randschilde zwischen der Stirnfurche, dem Innenrande des Schildes und der Begränzung des Schnauzenschildes befindet sich der oblonge Glabellarantheil des Schildes der mit zwei Reihen von runden Tuberkeln geziert ist. Das Auge ist kurz kolbenförmig, dem von *E. punctatus* ähnlich, nur am Stiel dicker, weniger zusammengeschnürt.

Das Hypostoma (F. 23) ist dem von *E. punctatus* ähnlich, nur etwas breiter; die gewölbte Mittelpartie ist kreisrund, während sie dort etwas in die Länge gezogen war. Die Eindrücke am Grunde derselben und der flache zungenförmige Fortsatz sowie der stielförmige Mitteltheil der Wölbung verhalten sich genau so wie bei der typischen Art.

Der Rumpf (T. XIV, F. 16, 17) besteht wie bei *E. punctatus* aus 11 Gliedern. Die Rhachis ist schwach gewölbt, von gleicher Breite mit dem flachen Innentheil der Pleuren; die Aussentheile sind ohne deutliches Knie und enden schräg nach hinten abgestuzt, mit einem kurzen Fortsatz nach hinten, der bei *E. punctatus* nicht vorhanden ist. Die Pleuren bestehen aus einem breitern gewölbten hintern Haupttheil und dem vordern schmalen Fulcral-Theil, der nicht abwärts geneigt ist unter die vorhergehende Pleure, so dass man selbst bei zusammengerollten Exemplaren die starke Längsfurche, die beide Pleurentheile scheidet, und die bis fast zum Aussenrande reicht, erkennt. Das 7, 9, 10 und 11-te Rhachisglied trägt in der Mitte einen runden spitzen Dorn, der etwa die halbe Länge des Pygidiums beträgt (T. XIV, F. 16). Meist ist dieser Stachel abgebrochen und man erkennt nur seinen Basisdurchschnitt. An einzelnen isolirten Leibesgliedern habe ich gesehn dass er vertical von der Rhachis absteht. Von den drei mir vorliegenden Exemplaren, an denen überhaupt die Rumpfsegmente erhalten sind, sehe ich diese Stacheln oder Spuren derselben nur an zweien. Bei dem dritten, das übrigens im Bau der Pleuren und des Pygidiums vollkommen übereinstimmt, fehlen alle Spuren derselben. Ist es nicht angezeigt hier an Geschlechtsunterschiede zu denken?

Das Pygidium (T. XIV, F. 24, 25, 26) ist von dreieckiger Form, spitz, etwas länger als breit, $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie die Rhachis. Diese besteht aus 30—32 feinen Gliedern, die entweder ganz gleichmässig durchgehn oder in der Mitte etwas schwächer angelegt sind, ohne vollständig zu obliteriren. Erhabene Tuberkel sind auf der Rhachis entweder gar nicht vorhanden, oder es lassen sich etwa 4 ganz feine Tuberkel erkennen, die oft nur in einer schwachen Anschwellung der Rhachismitte bestehn. Die Seitenlappen sind abwärts geneigt und zeigen 9 Pleuren (die letzten der Rhachis parallel), die stark gewölbt und schmal sind, mit fast gleichbreiten Zwischenräumen. Am Aussenrande gehn sie in deutlich markirte stumpfe Zähne aus (T. XV, F. 23).

Der Unterschiede von unsern beiden verwandten Arten ist schon oben in der Beschreibung und in der Übersicht der Unterscheidungs-Charaktere gedacht worden, so dass wir hier nicht darauf zurückzukommen brauchen. Wir erwähnen nur dass in der Lyckholmer

Schicht verschiedene Pygidien und auch ein Randschild (Pallokülla Kapelle auf Dago) gefunden sind, die einigermaasen zwischen unsrer Art und der vorhergehenden schwanken und vielleicht Zwischenformen bilden.

Maasse:

	d. Kopfes ohne d. Antheil d. Randschildes		des Pygidiums.		
	Länge.	Breite.	Länge.	Breite.	Rhachisbreite
	6,5 mm.	11 mm.	6,5 mm.		
	8 »	17 »			
			11 »	10 mm.	4 mm.
			8,5 »	8 »	3 »

Vorkommen. Die typische Art in der Wesenberger Schicht (E) und zwar vorzugsweise im grossen Steinbruch bei Wesenberg selbst, von wo sich in allen unsern Sammlungen Proben befinden.

Erklärung der Abbildungen. T. XIV, F. 16. Das vollständigste Exemplar von Wesenberg, dem Göttinger Museum gehörig; F. 17. Leibesglieder nach einem andern Exemplar d. Göttinger Museums; F. 18 fast vollständiges Mittelstück d. Kopfes (ohne Randschilder) aus d. Volb. Samml., F. 19, 20, andere Köpfe aus dem Revaler Museum; Fig. 21 Innenansicht einer Glabella um die Andeutungen von Seitenfurchen zu zeigen; F. 22 ein Randschild, in 22 *b* in die naturgemässe Lage gebracht: das Schnauzenschild nicht richtig angedeutet; F. 23 d. Hypostoma vergrössert; F. 24, 25, 26 Pygidien um die Verschiedenheiten in der Ausbildung der Rhachisringe (mit oder ohne Tuberkel) zu zeigen. T. XV, F. 21 Vorderansicht eines Kopfschildes mit beiden Randschildern und dem Schnauzenschild; F. 22 der Glabellarantheil des Mittelstücks mit vollständig erhaltenem vorspringendem Vorderrande; F. 23. Pygidium von der Seite um die Pleurenendigung zu zeigen (die letzten Stücke alle aus d. Revaler Museum).

Zusätze.

Zur Einleitung, S. 14. Der Ungulitensand ist im Text nicht genauer mit den schwedischen Ablagerungen parallelisirt worden; ich habe blos bemerkt (S. 13, 16), dass ich mit Linnarsson zwischen den untern Gliedern desselben und dem Fucoiden- und Eophyton-Sandstein eine grosse Aehnlichkeit finde. Nun hat ganz neuerdings Prof. W. Dames in seinen geologischen Reisenotizen aus Schweden (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1881, p. 415—441) die Oeländer untersilurischen Schichten einer genauern Vergleichung mit den Estländischen unterzogen. Im Uebrigen bin ich vollkommen mit ihm einverstanden, nur was er über die Aequivalente des Ungulitensandes sagt, veranlasst mich zu einigen weitern Bemerkungen. Dames vergleicht unsern blauen Thon dem schwedischen Fucoiden- und Eophytonsandstein und den Ungulitensand den dortigen Paradoxidesschichten, worin er noch besonders bestärkt wird durch die zahlreichen Obolen-ähnlichen Brachiopoden, die sich in den erwähnten Paradoxidesschichten finden. Dieser Auffassung kann ich mich nicht anschliessen, weil bei uns die echten muschelführenden Ungulitenschichten, die das oberste Glied der ganzen mächtigen, als Ungulitensand bezeichneten, Ablagerung bilden, unzertrennlich mit dem Dictyonemaschiefer verbunden sind, der bei uns wie in Schweden die oberste Grenzschicht der primordialen oder cambrischen Ablagerungen ausmacht. Unterhalb der Hauptmasse des Dictyonemaschiefers folgen bei uns dünne Blättchen desselben, die mit dem echten Ungulitensande wechsellagern und noch bis unter denselben hinabreichen — so z. B. in der sogenannten Wolfsschlucht bei Reval. Ja es kommen Unguliten im Dictyonemaschiefer selbst vor. Weiter abwärts verliert sich das Bitumen, und wir haben nur dünne Thonlagen, die mit mächtigen Sandschichten wechseln, bis wir zur Hauptmasse des blauen Thons kommen. Nach dem eben Gesagten können wir die echten Ungulitenschichten

nur dem scandinavischen Dictyonemaschiefer selbst, oder wahrscheinlicher den nach unten auf ihn folgenden Olenusschichten gleichsetzen. Die tiefern fast petrefactenleeren (wir kennen von hier nur die S. 13 erwähnten zweifelhaften kleinen Orthoceren) Sandschichten zusammen mit dem blauen Thon und den noch tiefern Sandsteinen, müssen wir einstweilen der ganzen Reihenfolge von den Paradoxidesschichten abwärts zum Fucoiden- und Eophyton-sandstein gleichstellen, ohne dass wir im Einzelnen genauer vergleichen können. Die Ablagerung ist eine fortlaufende, zusammenhängende — ein steter Wechsel von Sand und Thonschichten. Die Aehnlichkeit der tiefern Sandsteine mit dem Fucoiden- und Eophyton-Sandstein ist, wie oben erwähnt, in die Augen fallend, ein Beweis kann aber nicht geliefert werden, ausser etwa durch die S. 12 erwähnten Abgüsse und Wurmfährten. Gegen die Vergleichung unsrer ganzen cambrischen Schichtenreihe nur mit dem Dictyonemaschiefer Scandinaviens, wie vielleicht Gegner des Vorkommens primordialer Schichten bei uns annehmen möchten, spricht die bedeutende Mächtigkeit (über 600 F.) unsrer Sand- und Thonschichten.

Eine besonders schöne Localität für den echten Ungulitensand gelang es mir im verflossenen Sommer (1881) am Fusse des Jaggowalschen Wasserfalls aufzufinden; dort sieht man bei niedrigem Wasserstande (etwa 1 W. unter dem Fall), die wohlerhaltenen Unguliten dicht gehäuft auf den Schichtflächen am Ufer des Baches liegen. Noch zu erwähnen wären die schönen Wellenspuren (ripple marks) die man in den tiefern Lagen des Sandsteins bei Testifer auf der Baltischporter Halbinsel beobachten kann. Verschiedene Schichten zeigen hier eine verschiedene Richtung dieser Wellenspuren, was auf Aenderungen in der damaligen Küstenconfiguration hindeuten würde.

Zu S. 26, Z. 23 v. oben. Den Namen *Cybele laevigata* habe ich im Text in *C. revaliensis* umgeändert, da der erstere Name wenig bezeichnend ist und der neue ihr häufiges Vorkommen bei Reval andeutet.

Zu S. 31. Zu den Trilobiten der Jtferschen Schicht kann ich jetzt noch hinzufügen *Chasmops marginata* m. und *Conolichas triconica* Dames, die beide neuerdings von mir herausgefördert wurden.

Zu S. 33, Z. 12 v. unten. Unter den Trilobiten der Jeweschen Schicht habe ich hier *Cybele rex* var. angegeben, die ich gegenwärtig (s. im Text) als besondere Art *C. Grewingki* n. sp. aufführe. Ausserdem sind als neu hinzugekommene Trilobiten der Jeweschen Schicht zu nennen *Lichas aequiloba* Steinh. und *L. St. Mathiae* n. sp., die ich in der nächsten Lieferung meiner Arbeit beschreiben werde.

Zu den Phacopiden.

Zu S. 88. *Phacops* (*Pterygometopus*) *laevigata* ist von mir im Text als fast glatt be-

F. 13.



Phacops laevigata n. sp. von Kedder (D).

schrieben worden. Ich füge hier die Zeichnung eines schönen Exemplars von Kedder bei, bei dem die Tuberkulirung ganz deutlich ist. Der Name wäre also schlecht gewählt. Unter einer Sendung von silurischen Geschieben aus der Gegend von Danzig, die mir im verflossenen Sommer Herr Dr. J. Kiesow machte, fand sich ein Phacops, der mir von vorn herein der *laevigata* sehr nahe zu stehn schien, sich aber durch eine steiler nach hinten gerichtete und stärker markirte erste Seitenfurche auszeichnete. Da das Stück zugleich deutlich tuberkulirt war, so vermuthete ich eine neue Art, wovon ich gegenwärtig zurückgekommen bin; das Stück passt vollkommen in den Formenkreis der *P. laevigata*, die jetzt also auch unter den norddeutschen Geschieben nachgewiesen ist. Ebenso habe ich aus diesen jetzt *P. Nieszkowskii* m. aus Danzig von Herrn J. Kiesow erhalten (das Exemplar ist grösser als gewöhnlich bei uns), wo es in echtem Wesenberger Gestein, zugleich mit *Chasmops Wesenbergensis* gefunden wurde.

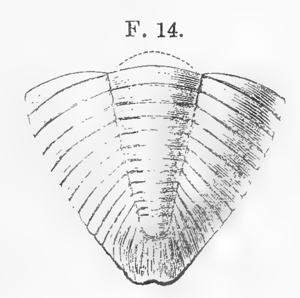
Zu S. 91. *Phacops (Pterygometopus) Kegelensis* m. kann ich von einem neuen Fundort der Jeweschen Schicht, Spitham, anführen. Es ist ein unvollkommenes Kopfschild.

Zu S. 104. *Phacops (Chasmops) marginata* m. kommt bei Itfer schon in der eigentlichen Itferschen Schicht (C_3), und nicht blos in der ihr auflagernden Jeweschen Schicht vor, von wo das früher erwähnte Exemplar stammte. Das Exemplar aus C_3 ist den früher bekannten Exemplaren sehr ähnlich, zeigt aber eine etwas schärfere und dichtere Tuberkulirung. Ausserdem habe ich unsere Art jetzt auch von Spitham (D) erhalten.

Zu S. 105, 106. *P. (Chasmops) bucculenta* Sjögr. habe ich in der grossen (var. *emarginata*) Form jetzt ebenfalls aus Spitham erhalten.

Zu S. 110. *P. (Chasmops) Wenjukowi* m. habe ich in einem zweiten Exemplar, das dem ersten vollkommen gleicht (ebenfalls nur Kopfschild) von St. Mathias erhalten.

F. 14.



Phacops (Chasmops) maxima n. sp. von Spitham (D).

Zu S. 112. Von *P. (Chasmops) maxima* m. habe ich ein schönes Pygidium von Spitham erhalten, das ich obenstehend abbilde. Es ist etwas breiter und flacher als die früher von mir dargestellten.

Zu S. 115. *Chasmops Wesenbergensis* m. ist neuerdings von mir auch in der untern Abtheilung der Lyckholmer Schicht, bei Neuendorf in Harrien gefunden worden (Revaler Museum).

Zu den Cheiruriden.

Cheirurus (*Cyrtometopus*) *Rosenthali* n. sp.

F. 15.



Cheirurus (*Cyrtometopus*) *Rosenthali* n. sp., a von St. Mathias (D), b und c von Friedrichshof (D).

In der nachgelassenen Sammlung des Herrn H. v. Rosenthal auf Herküll fand sich ein neuer *Cheirurus* aus der *Cyrtometopus*-Gruppe, den ich dem Finder zu Ehren *Ch. Rosenthali* nennen will. Dem Gestein nach zu urtheilen, stammt das Stück aus der Jeweschen Schicht (etwa von Friedrichshof), was noch dadurch eine Bestätigung erfährt, dass ich ein Exemplar der nämlichen Art neuerdings aus früheren Sammlungen von St. Mathias herausgearbeitet habe, welche Localität recht typisch für die untere Stufe der Jeweschen Schicht ist.

Ch. Rosenthali steht zunächst dem *Ch.* (*Cyrtometopus*) *pseudohemicranium* Nieszk. und unterscheidet sich von ihm wesentlich durch die deutlich ausgebildeten bis zur Dorsalfurche reichenden und vertical zu derselben stehenden vordern Seitenfurchen der Glabella und die in Folge dessen deutliche Lobirung derselben, durch den kräftigeren hintern Vorsprung des Mittelstücks der Glabella, und die etwas schwächer ausgebildete dritte Seitenfurche, so dass der Basallobus der Glabella am Grunde noch ganz schwach mit dieser zusammenhängt; die Furche geht wohl durch bis zum Nackenring, ist aber nach hinten zu schwächer. Der Vorderrand der Glabella ist gerundet, die Seitenflügel des Mittelstücks (joues fixes) verhalten sich ganz wie bei *pseudohemicranium*, auch der Augendeckel zeigt am Grunde die für *Cyrtometopus* charakteristische Querfurche. Die Wangen sind ebenfalls analog gebildet. Nach einem unvollständigen Stück aus dem Brandschiefer von Kokka bei Baltischport, das ebenfalls hierher zu gehören scheint, gehen die Hinterecken in lange, anfangs divergirende, später einwärts gekehrte Hörner aus. Das Rosenthal'sche Stück ist etwas stärker gewölbt als das von St. Mathias. Bei beiden sind die vordern Seitenfurchen der Glabella sehr kurz, dreimal kürzer als die Breite des Zwischenraumes. Der Frontallobus sehr kurz, kaum $1/4$ der Länge der ganzen Glabella einnehmend, die ihre grösste

Breite in der Gegend der 1sten Seitenloben hat. Die Oberfläche fein tuberculirt. Die Wangen gewölbt, erreichen nicht die Höhe der Glabella. Die Augen dem zweiten Seitenlobus gegenüber.

Maasse:	des Kopfes	der Glabella			
	Länge.	Länge.	Breite an der ersten Seitenfurche	Breite am Grunde	
	11 mm.	9,5 mm.	9,5 mm.	7,5 mm.	Rosenthalsches Exemplar.
	8 »	7 »	7 »	5,2 »	Exemplar v. St. Mathias.

Von andern Arten steht auch *C. Plautini* m. nicht sehr fern, der durch seine flachere Form, die fast rechteckige Glabella und die noch schwächer abgetheilten Basalloben verschieden ist. Diese Art habe ich neuerdings auch aus dem Brandschiefer von Kuckers (eine Glabella) nachweisen können, sowie auch als Geschiebe bei Danzig, von wo sie mir durch Herrn Dr. Kiesow zugesandt wurde.

Druckfehler.

Ich muss den Leser sehr um Vergebung bitten, dass er auf einem Theil der ersten Bogen verhältnissmässig viele Druckfehler finden wird. Dieser Theil der Arbeit wurde im Sommer gedruckt. Ich besorgte die Correctur bei gelegentlicher flüchtiger Anwesenheit in St. Petersburg und suchte möglichst bald wieder aufs Land, zu neuen Excursionen zu kommen. So ist Manches übersehen worden. Professor Dames aus Berlin, der im Sommer einige Wochen in Estland zubrachte, hat als geübter Corrector die ersten 12 Bogen durchgesehen und mich freundlichst auf manche Fehler aufmerksam gemacht, die sich im nachfolgenden Verzeichniss finden, und glücklicherweise zum geringsten Theil sinnentstellend sind. Bei der Gattung *Phacops* ist leider das Genus nicht consequent durchgeführt worden, namentlich nicht im Deutschen. Ich hatte mich erst neuerdings der Ansicht der schwedischen Fachgenossen angeschlossen, dass *Phacops* ein Femininum sei, habe aber dabei sowohl bei den lateinischen als den deutschen Benennungen immer noch das gewohnte Masculinum im Kopfe gehabt. So ist es leider zu einer gewissen ungleichmässigen Schreibart gekommen.

Die folgenden Fehler bitte wo möglich vor dem Lesen zu corrigiren:

S. 10 Zeile 14 von oben lies Kuckers'sche statt Kucker'sche

» 14 Die Anmerkung¹) gehört zum letzten Absatz der vorhergehenden Seite 13.

» 18	Zeile	17	von	oben	lies	Vaginatenkalk	statt	Vaginakenkalk
» 19	»	11	»	»	»	Pahlen	»	Pehlen
» 20	»	11	»	»	»	*Lituites*	»	*Etuites*
» —	»	3	»	unten	»	*Euomphalus*	»	*Enomphalus*
» 24	»	6	»	oben	»	Kut.	»	Kat.
» —	»	9	»	»	»	Chaetetes	»	Chaetates
» 25	»	8	»	»	»	dem	»	den
» 26	»	10	»	unten	»	*Strophomena*	»	*Strophamena*
» 29	»	10	»	oben	»	Sternberg	»	Steinberg
» 32	»	13	»	unten	»	*Cyclocrinus*	»	*Cyclorinus*
» 33	»	17	»	oben	»	Nieszk.	»	Nieczk.
» 35	»	18	»	»	»	Boeck	»	Bocek
» 38	»	16	»	»	»	*Bronteus*	»	*Brontens*
» —	»	18	»	»	»	*clathrato-annulatum*	»	*clathrato-annullatum*
» 47	»	5	»	»	»	*crispus*	»	*crirpus*
» 48	»	11	»	»	»	M. V. K.	»	N. V. K.
» 50	»	16	»	unten	»	*retroflexa*	»	*retrofloxa*
» 51	»	14	»	»	»	Kolm.	»	Koln.
» 52	»	2	»	oben	»	Kunth	»	Knuth
» 53	»	1	»	»	»	*Platyschisma*	»	*Platyschima*
» —	»	2	»	unten	»	Kayser	»	Kaiser
» 57	»	1	»	oben	»	Dictyonema	»	Dyctyonema
» 63	»	6	»	unten	»	*Pterygometopus*	»	*Pterygometus*
» 73	»	12	»	oben	»	Keilhau	»	Keilhan
» 80	»	3	»	»	»	*Kuckersiana*	»	*Kuckersianus*
» 164	»	2	»	unten	»	F. 29	»	F. 19
» 165	»	4	»	»	»	F. 29	»	F. 28
» 214	»	18	»	oben	»	mit *C. rex*	»	mit der vorigen Art

S. 225 Zeile 10 von oben lies *Encrinurus punctatus* Wahlb. sp. » *E. punctatus* Wahlb.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I.

F. 1. Glabella von *Phacops elegans* Ss. et Boeck (S. 72) von Wahhoküll im Kirchsp. Marien-Magdalenen, Estlands (Schicht G_3) aus d. Samml. d. Dorpater Naturforschergesellschaft. S. dieselbe Art auch T. X F. 10—12. T, XI F. 17.

F. 2. *Phacops* (*Acaste*) *Downingiae* Sil.-Syst. (S. 75) vom Ohhesaare pank auf Oesel (K), aus d. Samml. d. Dorp. Naturforschergesellschaft. S. auch T. XI F. 18.

F. 3 a, b, c. *Phacops* (*Pterygometopus*) *sclerops* Dalm. sp. (S. 77) aus d. Orthocerenkalk von Husbyfjöl in Ostgothland, Schweden, aus d. Museum d. K. Schwedischen Akademie d. Wissenschaften. In F. 3 a ist die Stellung d. Auges nicht richtig, daher ist diese Fig. auf T. XI, F. 1 wiederholt.

F. 4, 5. *P. sclerops* aus d. Steinbrüchen von Iswos am Wolchow (G_1, Glauconitkalk), in der Volborthschen Samml.

F. 6. *P. sclerops*, junges Exemplar aus d. Umgeb. v. Pawlowsk (Volborthsche Samml.).

F. 7. *P. sclerops* var. *angulata* m. aus d. Umgebung v. Pawlowsk (Glauconitkalk). a. Kopfschild v. oben (nicht gelungen, daher T. XI, F. 2 wiederholt); b. Ansicht d. Kopfumschlags von unten; c. die eine Seite d. Umschlags mehr von innen gesehen, um die Falte zu zeigen. Volborthsche Sammlung.

F. 8. *P. sclerops* aus d. Umgeb. von Pawlowsk (Glauconitkalk). Volborthsche Sammlung. Der erste Lobus erscheint ausgesprochen dreieckig, dieser Charakter ist aber zum Th. durch einen Sprung in der Schaale d. Originalexemplars hervorgerufen und factisch nicht so deutlich vorhanden.

F. 9. *Ph.* (*Pterygometopus*) *trigonocephala* n. sp. (S. 81) aus d. Umgebung v. Pawlowsk (Vaginatenkalk). Volborthsche Sammlung.

F. 10. Dieselbe Art, Kopf mehr von der Seite, ebendaher.

F. 11. Schaalenoberfläche der nämlichen Art, vergrössert.

F. 12. Seitenansicht d. Kopfes um den Umschlag zu zeigen, ebendaher, in d. Volborthsch. Samml.

F. 13. Unterseite d. Kopfschildes mit Hypostoma und Umschlag. Ebendaher. Volborthsche Samml.

F. 14. Pygidium derselben Art. Ebendaher.

F. 15 a, b, c, d. *Phacops* (*Pterygometopus*) *Panderi* n. sp. (S. 84) aus d. Echinosphaeritenkalk der Umgebung von Pawlowsk. Volb. Samml. F. c. Seitenansicht d. Kopfes, vergrössert, um die Flügel d. Frontallobus und die Sculptur zu zeigen. S. dieselbe Art auch T. XII F. 10, 11, 12.

F. 16. Die nämliche Art, ebendaher, Kopfschild von unten. Volb. Samml.

F. 17. Ebenfalls *P. Panderi*, ebendaher. Volb. Samml. Abweichendes Exemplar mit nicht ausgebildeten Loben.

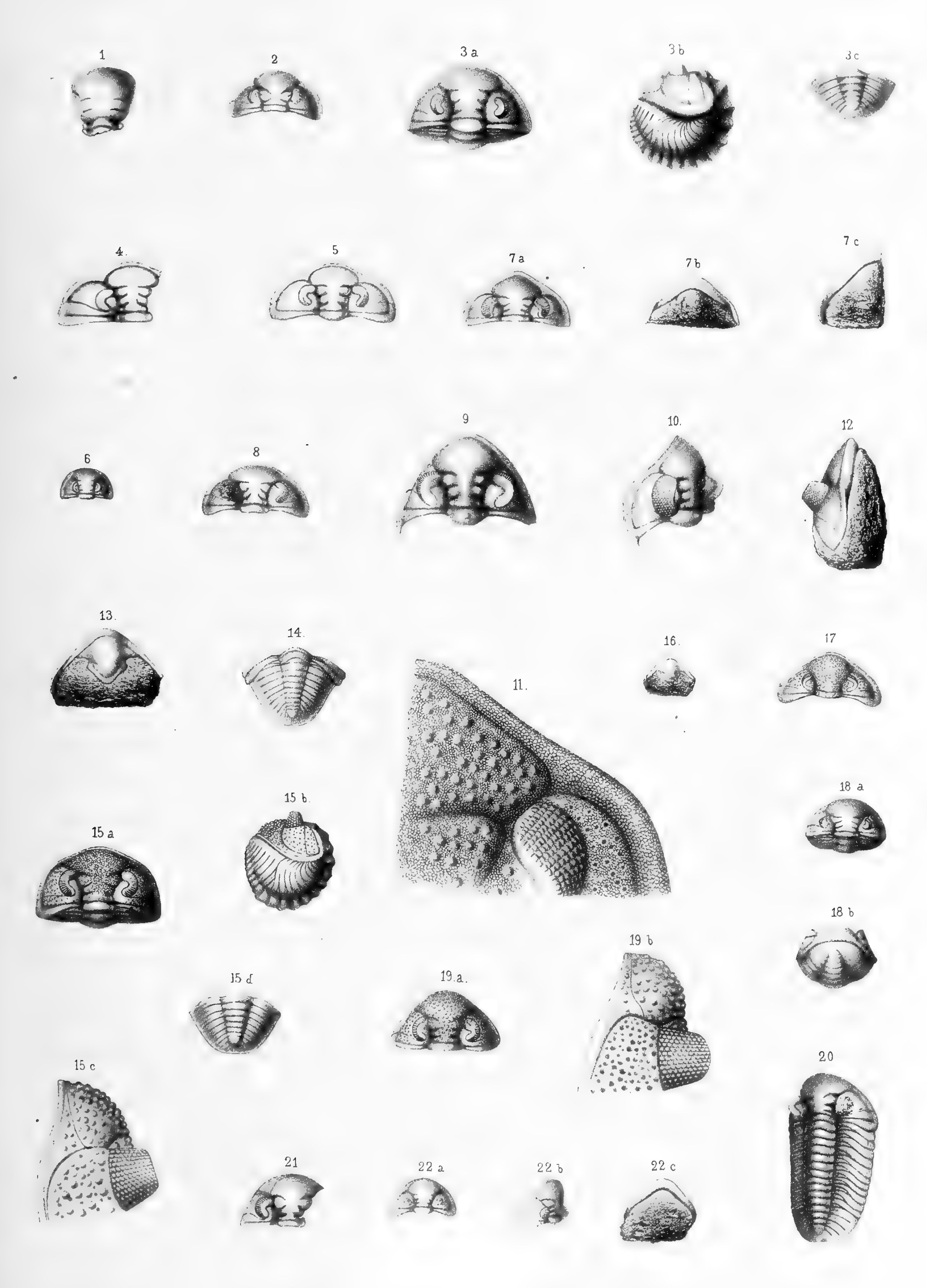
F. 18 a, b. *P.* (*Pterygometopus*) *exilis* Eichw. var. (S. 87) aus d. Echinosphaeritenkalk d. Umgeb. von Pawlowsk. Volb. Samml.

F. 19 a, b. *P. exilis* Eichw. (S. 86) aus d. Brandschiefer (C_2) von Kuckers in Estland. Revaler Provinzialmuseum. S. auch T. XII F. 13.

F. 20. Ein vollständiges Exemplar, ebendaher. Rev. Mus.

F. 21. Ein Steinkern, ebendaher. Rev. Mus. Der Verlauf d. Gesichtslinie am Frontallobus verfehlt.

F. 22 a, b, c. *P.* (*Pterygometopus*) *laevigata* n. sp. (S. 88) von oben, v. d. Seite und von unten, aus einem Steinbruch bei Kegel (D) Revaler Museum. Bei a und b die Gesichtsnath am Frontallobus zu stark ausgedrückt, so dass man an eine vertiefte Nath glauben könnte. S. dieselbe Art auch T. X F. 13, 14. T. XII F. 15. T. XV F. 26.



Lith. Anst. v. Ivanson, St. Petersburg

Tafel II.

F. 1 a, b. *Phacops* (*Chasmops*) *Odini* Eichw. (S. 99) vom Laaksberg bei Reval (C_2). Reval. Museum.

F. 2. Zusammengekugeltes Exemplar derselben Art aus Kuckers (C_2) Revaler Mus.

F. 3. Ebendaher. Rev. Mus.

F. 4. Umschlag und Hypostoma derselben Art. Ebendaher. Rev. Mus.

F. 5. Hypostoma derselben Art. Ebendaher. Reval. Mus.

F. 6. Seitenansicht d. Rumpfes derselben Art, von Reval (C?), mit scheinbaren Knoten zu beiden Seiten der Rhachis, deren Entstehung in

F. 7 erläutert wird — durch Abbrechen des gewölbten Theils der Rhachisglieder. Mus. Reval.

F. 8. Ein Auge derselben Art von Kuckers. Die Zeichnung nicht gelungen, da die Facettenreihen alterniren müssen.

F. 9. Der Grund des Auges mit einem Stück des angrenzenden Wangenschildes, stärker vergrössert.

F. 10. Die eingedrückten Punktreihen auf dem Frontallobus der Glabella, vergrössert.

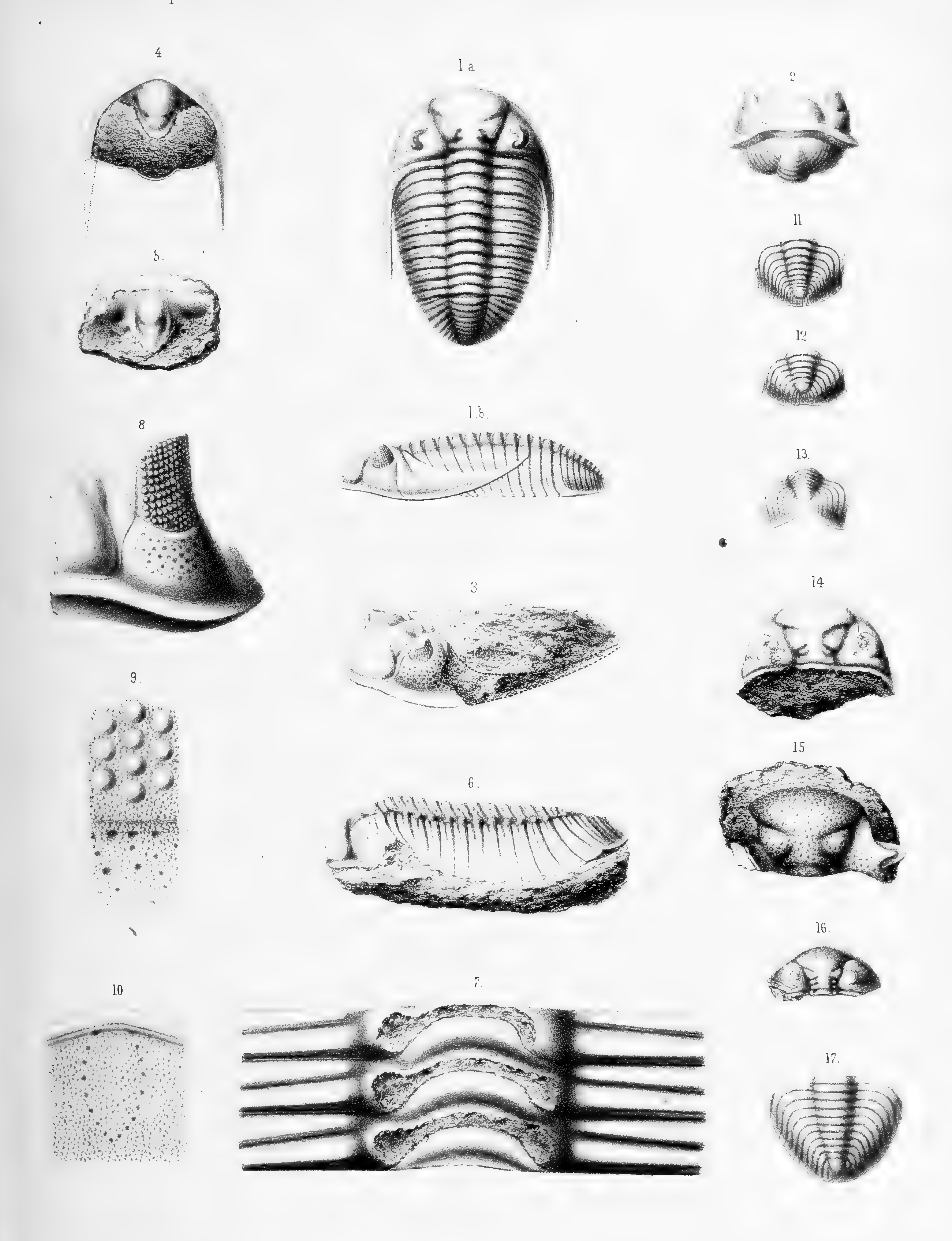
F. 11, 12, 13. Pygidien derselben Art von Kuckers, Mus. Reval. F. 11 und 12 zeigen die obere, F. 13 die hintere Ansicht.

F. 14. Kopfschild d. *P.* (*Chasmops*) *praecurrens* n. sp. (S. 98) von Leetz bei Baltischport (C_1) Mus. Reval.

F. 15. Glabella derselben Art, von ebendaher. Mus. Reval.

F. 16. Kopfschild der *Phacops* (*Chasmops*) *ingrica* n. sp. (S. 95) aus d. Echinosphaeritenkalk (?) d. Umgebung von Pawlowsk. Volb. Sammlung. Seitenansicht desselben Stücks T. XII F. 22.

F. 17. Pygidium v. *P. praecurrens* (?) von Leetz (C_1). Mus. Reval. Die Profilansicht desselben Stücks auf T. XV F. 29.



Lith. Anst. v. Ivanson St Petersburg.

Tafel III.

F. 1 a, b, c, d. *Ph. (Chasmops) bucculenta* Sjögr. (S. 105) von Haljal (D). Hübnersche Samml. im Museum d. Petrowsk. Akad. bei Moskau. a. von oben, b. von der Seite, c. von unten mit dem Umschlag, d. Pygidium.

F. 2. Ein Pygidium derselben Art im Profil gesehen, von Altenhof im Haljalsch. Kirchsp. Estland (Sch. D). Mus. Reval.

F. 3. Oberfläche der Glabella, nach einem Stück von Kuckers (D) im Berliner Universitäts-Museum. Dasselbe Stück T. X F. 16.

F. 4 a, b. *P. bucculenta* Sjögr. von Kegel (D). Reval. Mus.

F. 5 a, b, c. *Phacops (Chasmops) marginata* n. sp. (S. 104) von Nömmis bei der Stat. Kappel an d. Balt. Bahn (D). Samml. Baron v. d. Pahlen. Dieselbe Art auch T. X F. 15, T. XI F. 14, 15.

F. 6. Pygidium derselben Art, von Nömmis bei Kappel. Samml. Baron Pahlen. Im Profil T. XV, F. 31.

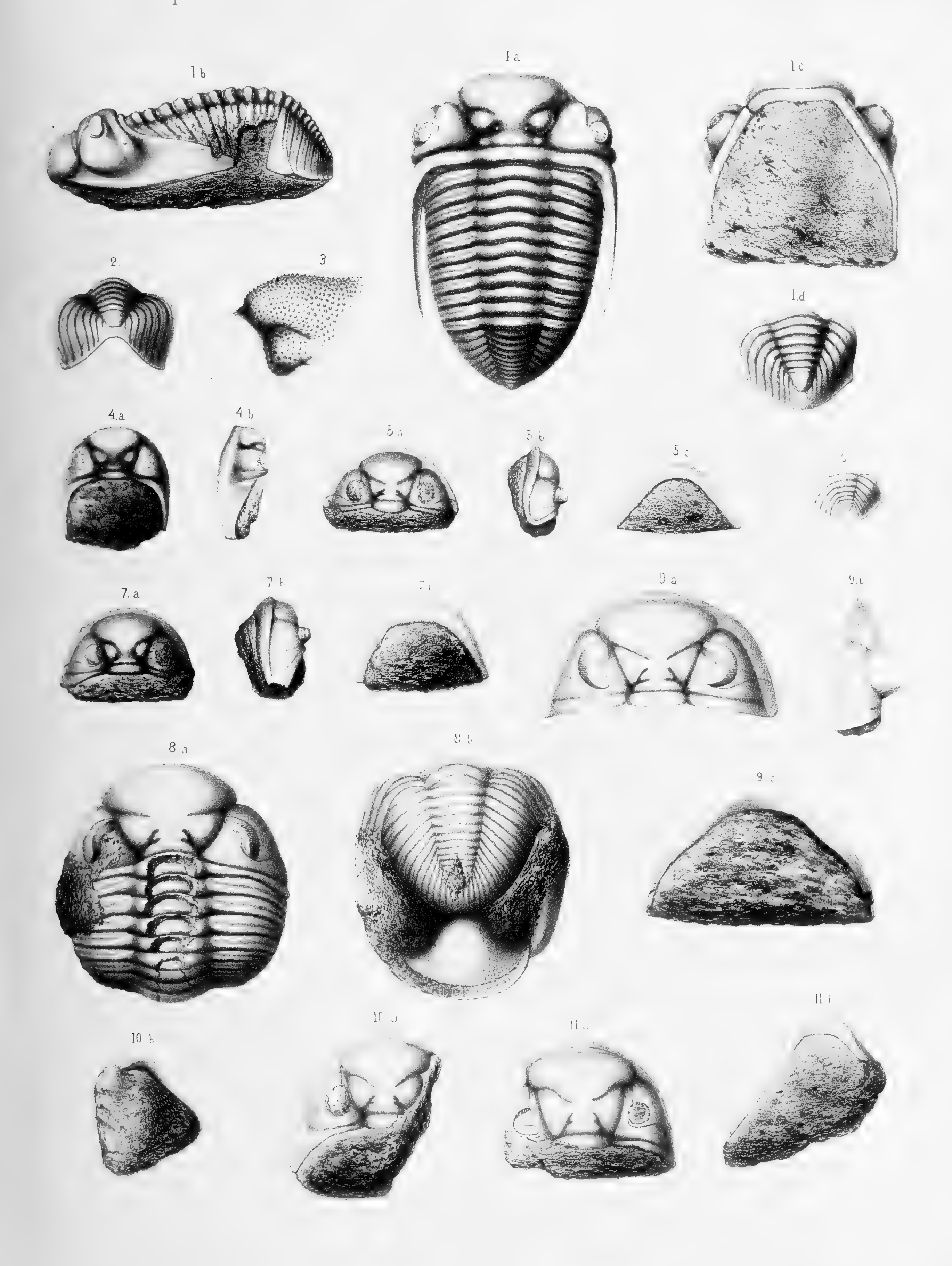
F. 7 a, b, c. *P. marginata*, v. Poll im Jacobisch. Kirchsp. Estlands (D). Mus. Reval.

F. 8 a, b. *Phacops (Chasmops) mutica* n. sp. (S. 109) von Haljal (D), in der Hübnerschen Samml. der Petrowsk. Akadem. bei Moskau.

F. 9 a, b, c. *P. mutica*, von Sommerhusen bei Wesenberg (D). a. von oben, b. von d. Seite, c. Umschlag von unten. Mus. Rev. S. auch XI F. 11, dasselbe Stück.

F. 10 a, b. *P. (Chasmops) macroura* Sjögr. (S. 109) Geschiebe von Segerstad auf Oeland (Stockholmer Sammlung).

F. 11 a, b. *P. (Chasmops) maxima*, n. sp. (S. 112) Gesch. von Berlin, aus dem Berliner Universitäts Museum.


1 b
1 a
1 c
2.
3
1.d
4.a
4 b
7.a
9 a
8.a
8 b
10 b

Tafel IV.

F. 1 a, b, c. *Phacops* (*Chasmops*) *maxima* n. sp. (S 112) aus dem Steinbruch bei Kegel (Sch. D) Mus. Reval. S. auch T. XI F. 13, T. XV F. 34.

F. 2. *P. maxima* von Rosenhagen bei Reval (Sch. D). Samml. Baron Pahlen.

F. 3. *P. maxima*, Geschiebe vom N.-Ende d. Insel Oeland, aus dem Stockholmer Museum.

F. 4. Hypostoma von *P. Eichwaldi* n. sp. (S. 117) Gesch. v. Schwarzen in Estland (Sch. F). Reval. Mus.

F. 5. Pygidium v. *P. maxima* von Kawast bei Wesenberg (Sch. D). Mus. Reval.

F. 6. Pygid. derselben Art, von oben gesehen, aus Kegel (D). Mus. Reval.

F. 7. Pygid. derselben Art, von der Seite, Kirche St. Mathias (D). Mus. Dorpat. Dasselbe Stück in andern Ansichten auf T. X F. 18 und T. XV F. 34.

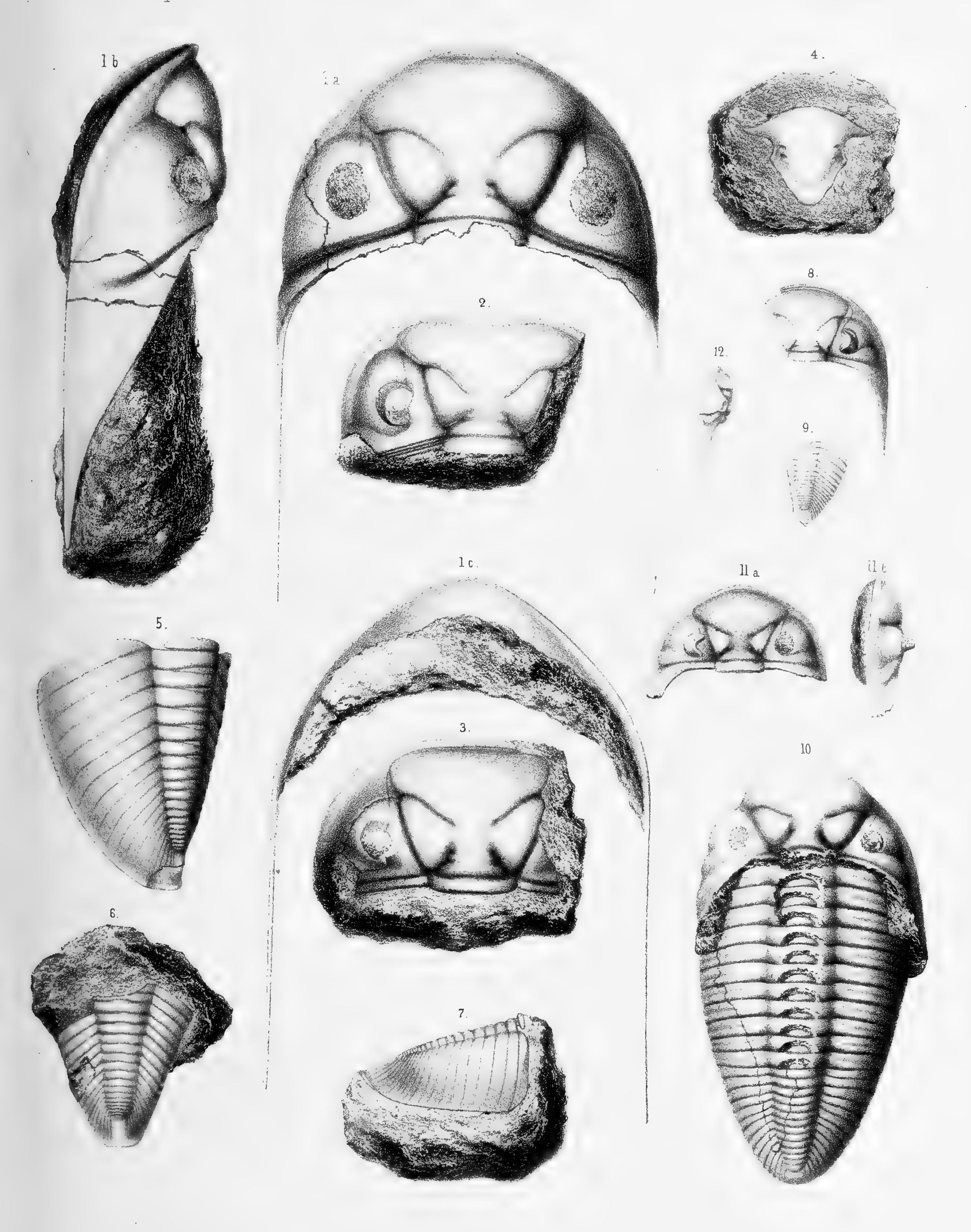
F. 8. Kopfschild von *P.* (*Chasmops*) *macroura* Sjögr. (S. 114) nach einem Gesch. von N. Kunzendorf in Schlesien. Museum der Breslauer Univers.

F. 9. Pygid. derselben Art, von Oeland, aus dem Stockholmer Museum.

F. 10. *P.* (*Chasmops*) *Wesenbergensis* n. sp. (S. 115) Gesch. aus Dagden (E), in d. Eichwaldschen Samml. der Petersb. Universität.

F. 11 a, b. *P. Wesenbergensis*, aus Wesenberg (E). Revaler Museum.

F. 12. Seitenansicht mit d. Wangenhorn, ebendaher, Revaler Museum.



Lith. Anst. v. Ivanson in St. Petersburg

Tafel V.

F. 1. *Phacops* (*Chasmops*) *Wesenbergensis* n. sp. (S. 115) von Wesenberg (E). Mus. Reval. Der zweite Lobus der Glabella mehr entwickelt als gewöhnlich.

F. 2. Umschlag des Kopfschildes derselben Art, ebendaher.

F. 3. Innere Schaalenansicht d. Kopfschildes derselben Art. Ebendaher.

F. 4 a, b. Hypostoma derselben Art. Ebendaher.

F. 5 a, b; 6. Pygidium derselben Art. Ebendaher. Die Profilansicht auf T. X F. 20.

F. 7. Oberfläche d. Frontallobus der Glabella derselben Art. Ebendaher. Vergrössert.

F. 8 a, b, c. *P.* (*Chasmops*) *Eichwaldi* n. sp. (S. 117) Geschiebe von Dago (F) Eichwaldsche Samml. in der Petersburger Universität.

F. 9. Glabella derselben Art. von Hohenholm auf Dago (F). Mus. Dorpat. Naturforscherverein.

F. 10. Pygidium derselb. Art., von Lyckholm (F_1). Mus. Reval. Das Ende ist aufwärts gewandt, spitzer als in der Zeichnung. S. auch T. X F. 21.

F. 11 a, b, c. *Phacops* (*Pterygometopus*) *Kuckersiana* n. sp. (S. 90) von Kuckers (C_2), vergrössert. Mus. Reval. S. auch T. XI F. 7 und T. XII F. 16, 17.

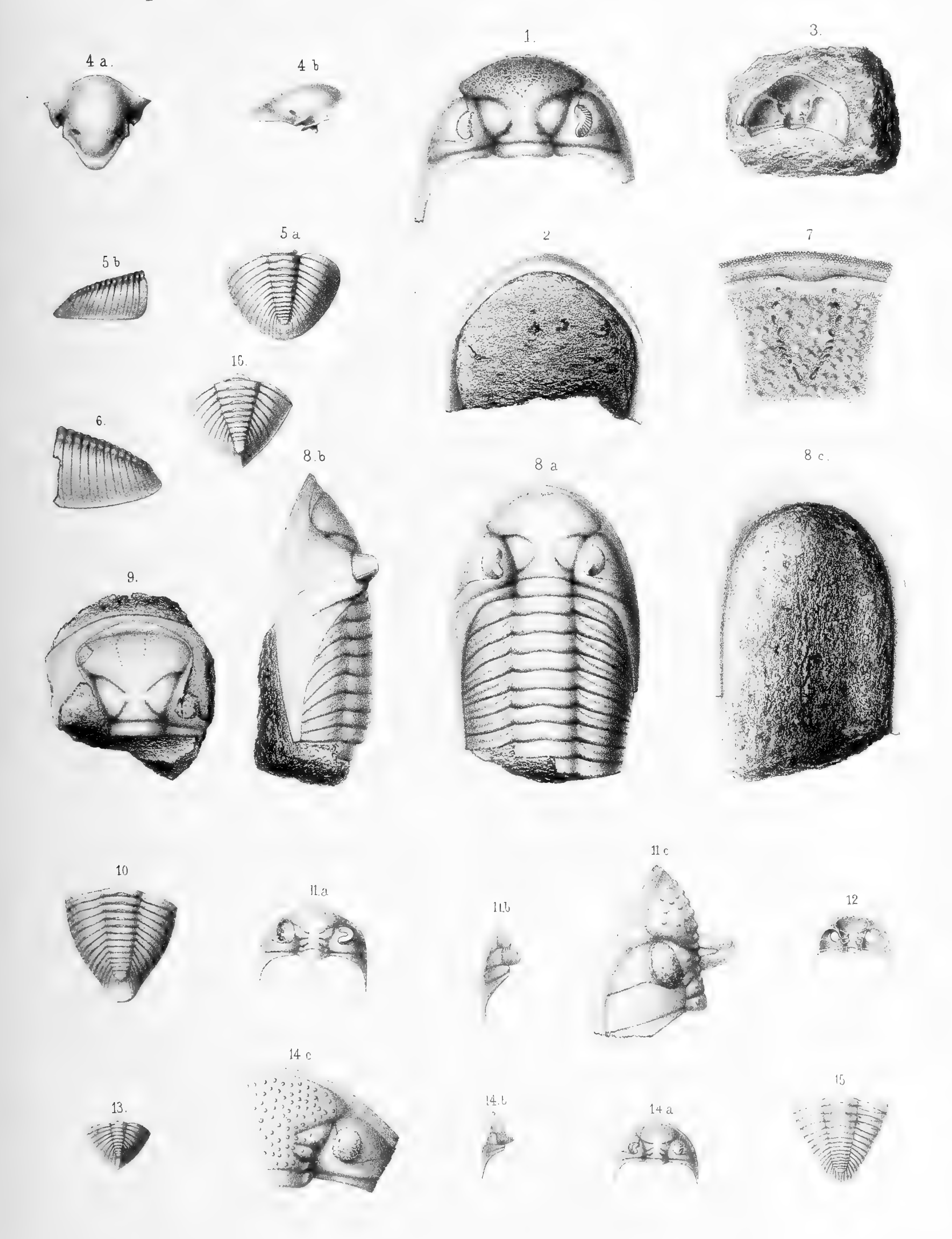
F. 12. Innere Ansicht des Kopfschildes verbessert auf T. XII F. 18. Ebendaher.

F. 13. Pygidium ebendaher. Mus. Reval.

F. 14 a, b, c. *P.* (*Pterygometopus*) *Nieszkowskii* n. sp. (S 92) von Wesenberg (E). Mus. Reval. S. auch T. XI F. 9 und T. XII F. 19, 20.

F. 15. Pygidium derselben Art. Ebendaher.

F. 16. Pygidium von *P. Eichwaldi* (S. 117) von Lyckholm (F). Mus. Reval. Junges Exemplar, etwas abweichend.



Lith. Anst. v. Jvanson, St. Petersburg.

Tafel VI.

F. 1 a, b. *Cheirurus ingricus* n. sp. (S. 135) von Iswos am Wolchow (B_2, Glauconitkalk). Museum der Petersburger Universität.

F. 2. *Ch. ingricus*, Kopfschild von vorn, aus Pawlowsk (Vaginatenkalk). Pandersche Samml. im Berginstitut.

F. 3 a, b; 4 a, b. *Ch. ornatus* Dalm. (S. 133) von Pawlowsk (Vaginatenkalk, B_2), Volborthsche Sammlung. S. auch T. XVI F. 7.

F. 5 a, b. *Cheirurus exsul* Beyr. (S. 137) Geschiebe v. d. Alandsinseln (C_1) aus der Mobergschen Samml. in Helsingfors, jetzt in Reval. S. auch T. XI F. 20. T. XII F. 25, 26. T. XVI F. 2, 3.

F. 6 a, b. *Ch. exsul* v. Karrol bei Wesenberg (C_1). Mus. Reval.

F. 7. Oberfläche vergrössert. Ebendaher.

F. 8. *Ch. exsul* von Dubowiki am Wolchow (C_1) Museum der Petersb. Universität.

F. 9. Hypostoma von *Ch. exsul.* Gesch. von Munnalas im Kirchspiel Nissi in Estland. Jetzt in der Volborth. Samml.

F. 10. Pygidium von *Ch. exsul* von Karrol. Mus. Reval.

F. 11 a, b. *Ch. gladiator* Eichw. (S. 146) von Kl. Rogö (C_1). Mus. Rev. Glabella nicht gelungen, daher auf Taf. XI, F. 19 wiederholt.

F. 12. *Ch. gladiator* Eichw. von Reval (C_1). Eichwaldsche Samml.

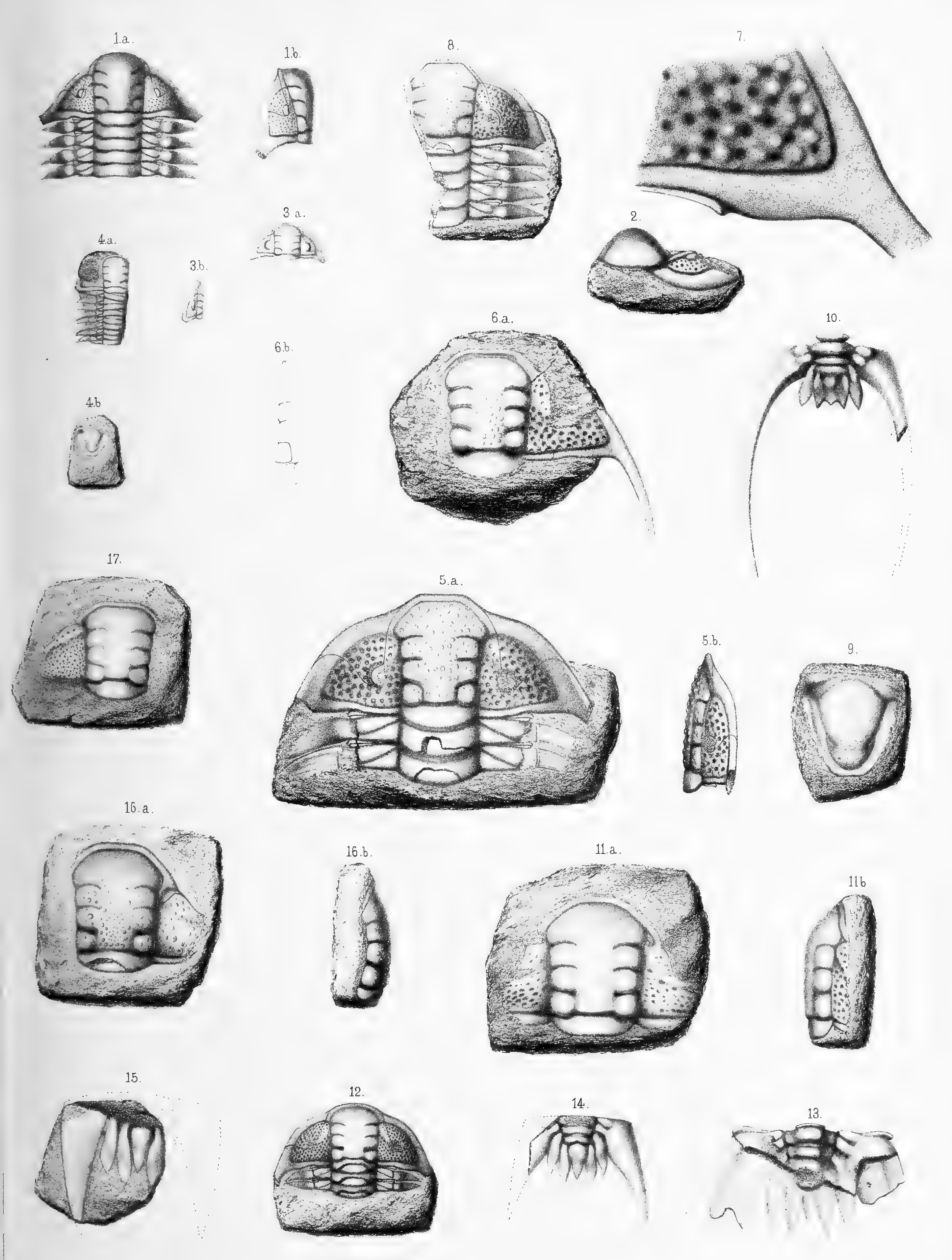
F. 13. Pygidium von *Ch. gladiator* Eichw. von Odensholm (C_1). Eichwaldsche Sammlung der Petersburger Universität.

F. 14. Pygidium von *Ch. gladiator* von Odensholm (C_1). Revaler Museum. Das Ende der ersten Pleure ist zu spitz gezeichnet; es ist abgebrochen.

F. 15. Pygidium von *Ch. gladiator* von Palms (C_1). Samml. Baron Pahlen.

F. 16 a, b. *Ch. spinulosus* Nieszk. mut. (S. 150) von Odensholm (C_1). Mus. Dorpater Naturforscherverein.

F. 17. *Ch. gladiator*, var. (S. 147) von Reval (C_1). Hübnersche Samml. in Moskau.



Lith. Anst. v. Ivanson S^tPetersburg

Tafel VII.

F. 1 a, b, c. *Cheirurus macrophthalmus* Kut. (S. 143) von Pawlowsk (C_1). Volborthsche Sammlung.

F. 2. Hypostoma von der Seite, ebendaher.

F. 3 a, b. *Ch. macrophthalmus* von Kongla bei Malla in Estland. Mus. Dorpater Naturforscherverein.

F. 4. Leibesglieder von *Ch. macrophthalmus* von Dubowiki am Wolchow. Petersb. Universität.

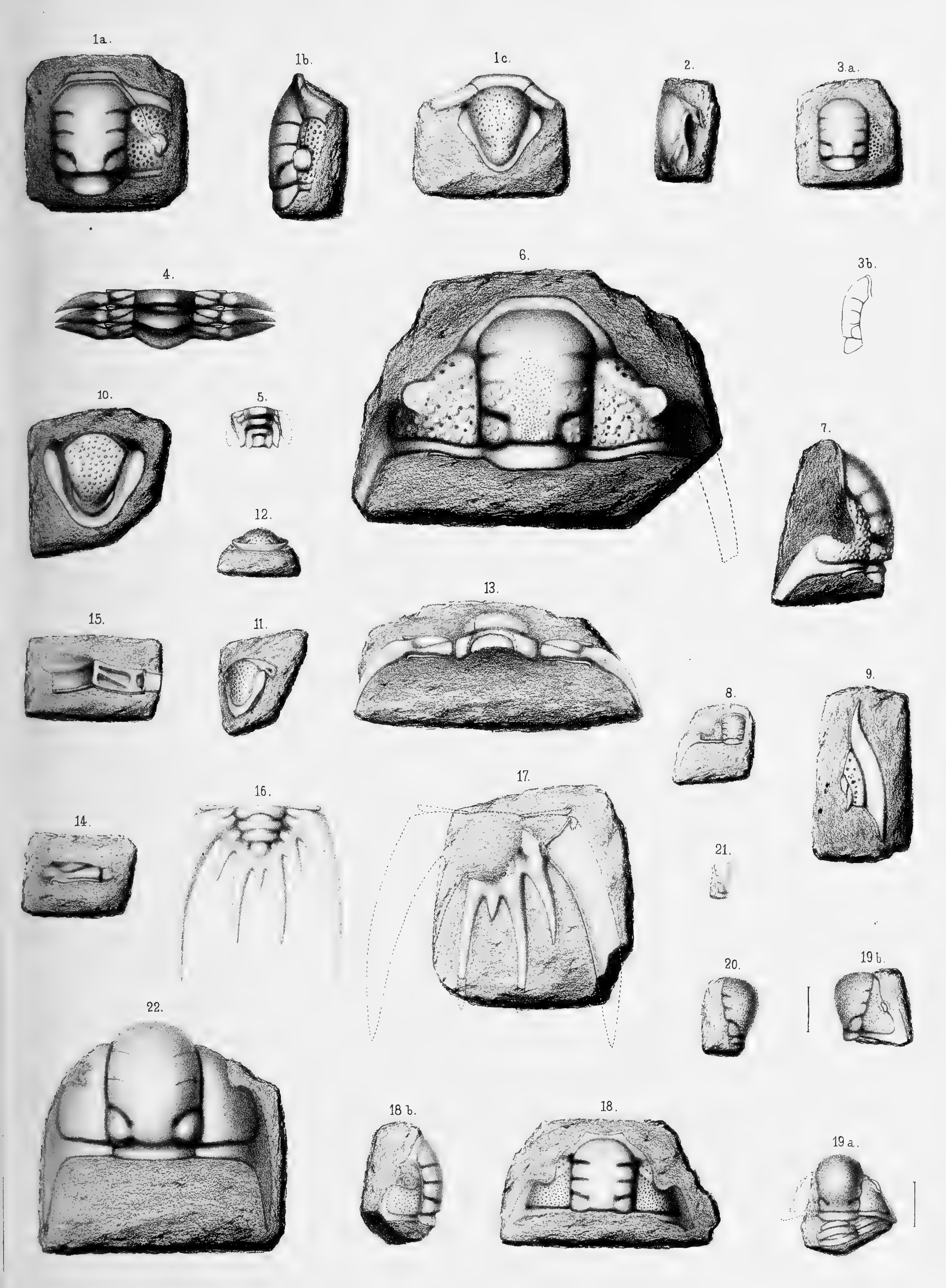
F. 5. Pygidium von *Ch. macrophthalmus* aus der Gegend von Pawlowsk (C_1). Volborth. Samml. Die Pleuren des ersten Gliedes zu kurz angedeutet. S. acuh T. XVI F. 4.

F. 6—17. *Cheirurus spinulosus* Nieszk. (S. 147) von Kuckers (C_2). Mus. Reval. F. 8, junges Exemplar; 10, 11, 12 Hypostoma; F. 13, Leibesglied mit sichtbarem Umschlag der Rhachis und den hakenartigen Fulcralfortsätzen an d. Pleuren; F. 13, diese Fortsätze besonders dargestellt; F. 15, Pleure von unten mit der Oeffnung in den ringsgeschlossenen Aussentheil; F. 16, 17, Pygidium. Alle Exemplare aus Kuckers. Mus. Reval.

F. 18 a, b. *Ch.* cf. *glaber*, Ang. (S. 151) Geschiebe von Dago (D). Eichwaldsche Sammlung in d. Petersb. Universität.

F. 19 a, b; 20, 21. *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *aries* Leuchtenb. (S. 160) von Pawlowsk (C_1). Volborthsche Sammlung. S. auch T. XVI F. 16, 17.

F. 22. *Ch.* (*Cyrtometopus*) *affinis* Ang. (S. 157) Reval Laaksberg (B_3, Vaginatenkalk). Reval. Mus.



Lith. Anst. v. Ivanson, St. Petersburg.

Tafel VIII.

F. 1—3. *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *affinis* Ang. (S. 157) Umgebung von Pawlowsk (B_3). Volborthsche Sammlung. S. auch T. XVI F. 13, 14.

F. 4—6. *Ch.* (*Cyrtometopus*) *clavifrons* Dalm. (S. 153) von Pawlowsk. Volborthsche Sammlung. S. auch T. XVI F. 8—12.

F. 7. *Ch.* (*Sphaerocoryphe*) *cranium* Kut. sp. (S. 166) aus Pulkowa (C_1). Petersburger Universitäts Museum.

F. 8. *Cheirurus* (*Sphaerocor.*) *cranium* von Pawlowsk, mit Hypostoma. Volborthsche Sammlung.

F. 9 a, b; 10. *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *pseudohemicranium* Nieszk. var. *dolichocephala*, (S. 164) von Kokka bei Baltischport (C_2). Revaler Museum. S. auch T. XI F. 29; T. XVI F. 20.

F. 11. *Cheirurus* (*Sphaerocoryphe*) *Hübneri* n. sp. (S. 168) v. Haljal (C_3) in der Hübnerschen Sammlung der Petrowskichen Akademie bei Moskau. S. auch T. XI F. 30; T. XII F. 27.

F. 12 a, b. *Cheir.* (*Sphaerocoryphe*) *Hübneri* von Itfer im Kirchsp. Haljal, Estland (C_3). Museum Dorpat. Naturforscherverein.

F. 13 a, b; 14. *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *pseudohemicranium* Nieszk. sp. (S. 163) v. d. Kirche Mathias, Estland (D). Mus. Reval.

F. 15. *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *pseudohemicranium* var. *dolichocephala* von Kawast bei Wesenberg (C_3) Mus. Reval. Dasselbe Stück auf T. XVI F. 21.

F. 16. Wahrscheinliches Pygidium von *Ch. pseudohemicranium*. Gesch. von Dago (D). Mus. Dorp. Naturforscherverein.

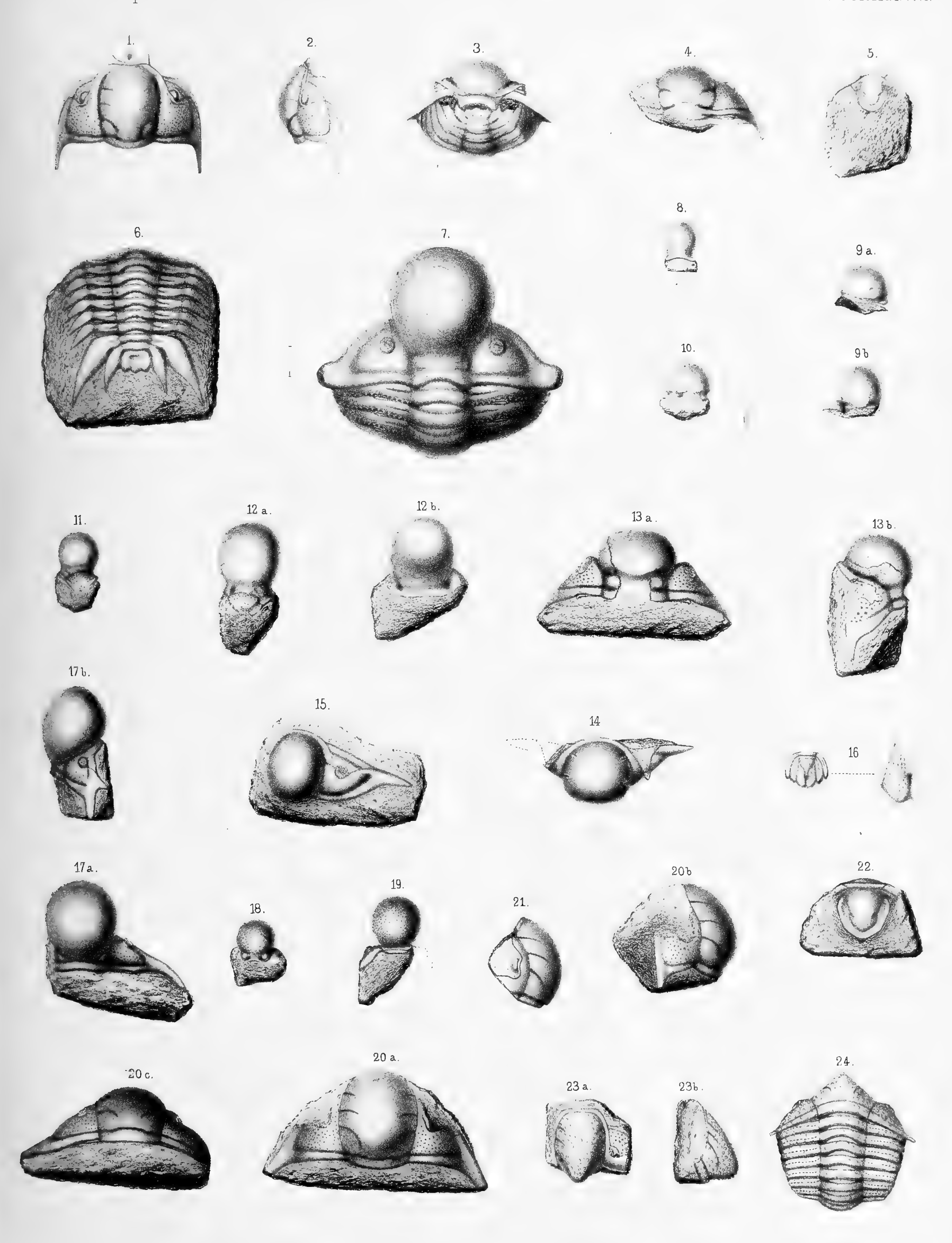
F. 17 a, b. *Ch.* (*Sphaerocoryphe*) cf. *granulatus* Ang. (S. 169) Gesch. von Schwarzen in Estland (F_1). Mus. Reval.

F. 18. Die nämliche Art von Pallokülla (F_1) auf Dago. Mus. Dorpat.

F. 19. Die nämliche Art mit Schnauzenschild v. Schwarzen (F_1). Mus. Reval.

F. 20 a, b, c; 21, 22. *Cheirurus* (*Nieszkowskia*) *tumidus* Ang. (S. 180) Umgeb. von Pawlowsk (B_3 oder C_1) Volborthsche Sammlung. S. auch T. XII F. 28. T. XVI F. 31—35.

F. 23 a, b; 24. *Cheirurus* (*Nieszkowskia*) *tumidus* subsp. *gibbus* Ang. (S. 180) Umgeb. von Pawlowsk (C_1). Volborthsche Sammlung.



Lith. Anst. v. Ivanson, St. Petersburg.

Tafel IX.

F. 1 a, b. Glabella von *Cheirurus* (*Nieszkowskia*) *variolaris* Linnarss. (S. 183) von der Insel Rogö (C_1). Mus. Reval. S. auch T. XI F. 25, 26.

F. 2. Wangenschild derselben Art von Tolks (C_2) bei Wesenberg. Volborthsche Sammlung.

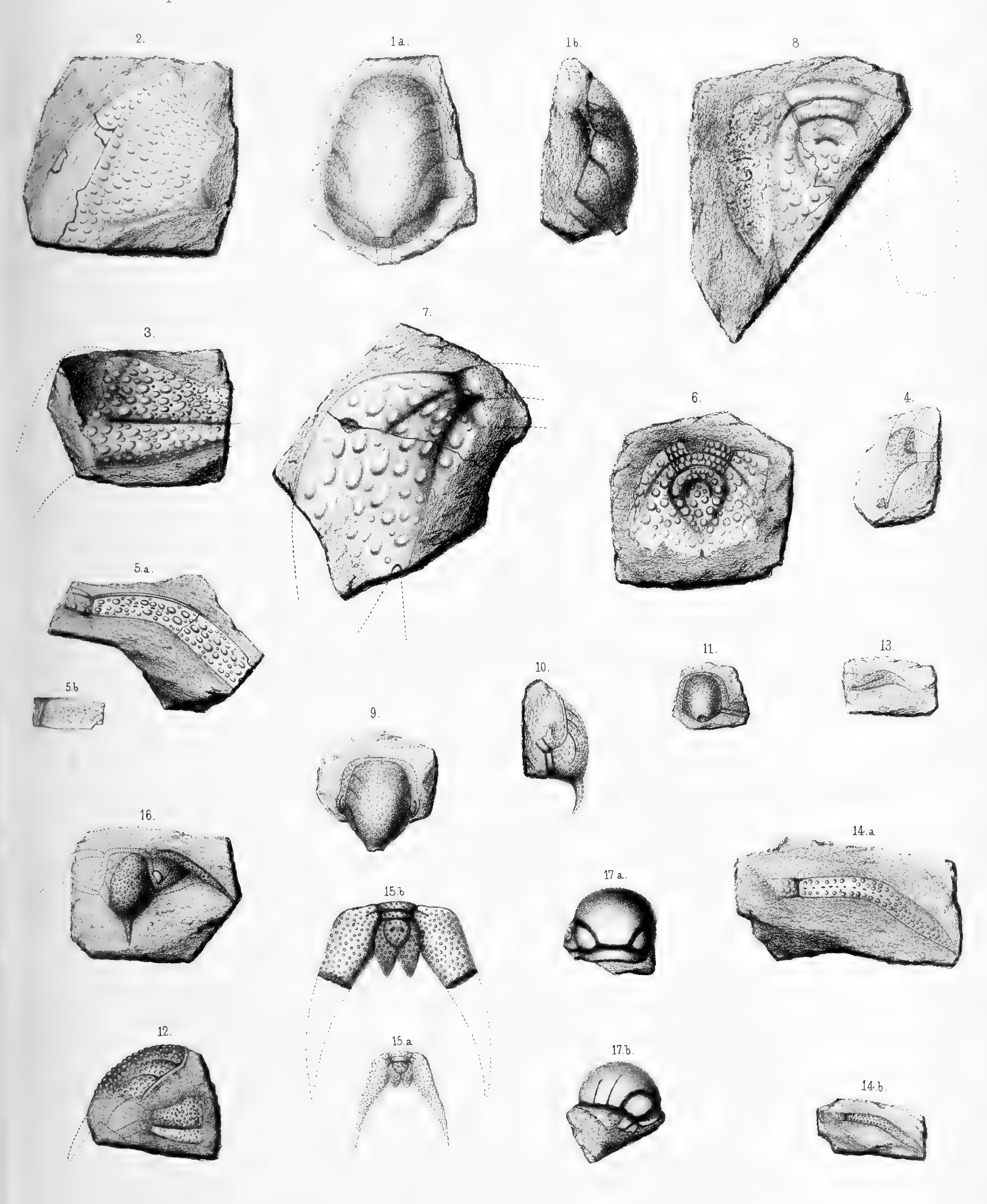
F. 3, 4. Occipitalflügel d. Kopfschildes; F. 5 a, b. Pleuren von oben und unten; F. 6, 7. Pygidien von Kuckers (C_2). Mus. Reval.

F. 8. Pygidium von Tolks (C_2). Volborthsche Samml.

F. 9—15. *Cheirurus* (*Nieszkowskia*) *cephaloceros* Nieszk. sp. (S. 186) von Kuckers (C_2). Mus. Reval.; F. 14 a. Pleure vergrössert; F. 15 b. Pygidium vergrössert; F. 15 a. verbessert in T. XVI, F. 37. S. auch T. XI F. 27 und T. XVI F. 36.

F. 16. *Ch. cephaloceros* von Odensholm (C_1). Mus. Reval.

F. 17 a, b. *Spaerexochus angustifrons* Ang. (S. 189) von Pallokÿll auf Dago (F). Volborthsche Samml. F. 17 a. verbessert in T. XVI, F. 38.



Lith. Anst. v. Ivanson St. Petersburg

Tafel X.

F. 1 a, b, c, d. *Cheirurus* (*Pseudophaerexochus*) *hemicranium* Kut. sp. (S. 171) aus der Umgebung von Pawlowsk (C_1). Volborthsche Sammlung. F. b, c. vergrössert. S. auch T. XVI F. 22—27.

F. 2. Hypostoma und Pygidium von innen, derselben Art. Ebendaher.

F. 3. Dieselbe Art. Ebendaher. Ganzes Exemplar aus d. Volborthschen Sammlung. 3 b. Leibesglieder desselben Exemplars vergrössert (verbessert auf T. XVI F. 26).

F. 4. Pygidium derselben Art. Ebendaher.

F. 5 a, b. *Cheirurus* (*Pseudophaerexochus*) *conformis* Ang. sp. (S. 174) von Borkholm (F_2). Mus. Dorpat. Naturforscherverein. Dasselbe Exemplar T XVI F. 25. S. überh. für die Art T. XVI F. 28—30.

F. 6 a, b; 4 a, b, c. Die nämliche Art von Hohenholm (F_1) auf Dago. Mus. Reval. 6 a, ganzes Exemplar. 6 b, Pygidium. 7 a. Seitenansicht des Kopfes (verdrücktes Exempl.). 7 b. Leibesglied mit Spuren von Puncten auf den Pleuren (verbessert T. XVI F. 29). 7 c. Pygidium, abweichender Weise mit 7 Spitzen.

F. 8 a, b. *Cheirurus* (*Pseudophaerexochus*) *Roemeri* n. sp. (S. 178) von Borkholm (F_2) Mus. Reval. S. auch T. XI F. 22, 24.

F. 9. *Cheir. conformis* var. von Kurküll bei Wesenberg (F_1). Mus. Reval. S. a. T. XVI F. 30 a, b.

F. 10, 11 a, b. *Phacops elegans* Ss. et Boeck. von Wahhoküll bei Piep in Estland (G_3). Museum Reval. S. T. I F. 1; T. XI F. 17.

F. 12. Pygidium ebendaher.

F. 13, 14. *Phacops* (*Pterygometopus*) *laevigata* n. sp. von Sommerhusen bei Wesenberg (D). Mus. Reval. S. T. I F. 22.

F. 15. *Phacops* (*Chasmops*) *marginata* n. sp. von Kuckers in Estland (D). Mus. Reval. Dasselbe Stück T. XI F. 14, 15.

F. 16. Seitenansicht d. Kopfes mit Auge von *Ph.* (*Chasmops*) *bucculenta* Sjögr. von Kuckers (D) aus dem Berliner Universitäts Museum. Dasselbe Stück T. III F. 3.

F. 17. Glabella von *Ph.* (*Chasmops*) *maxima*, n. sp. von Kegel (D). Mus. Reval. S. T. IV F. 1, 2

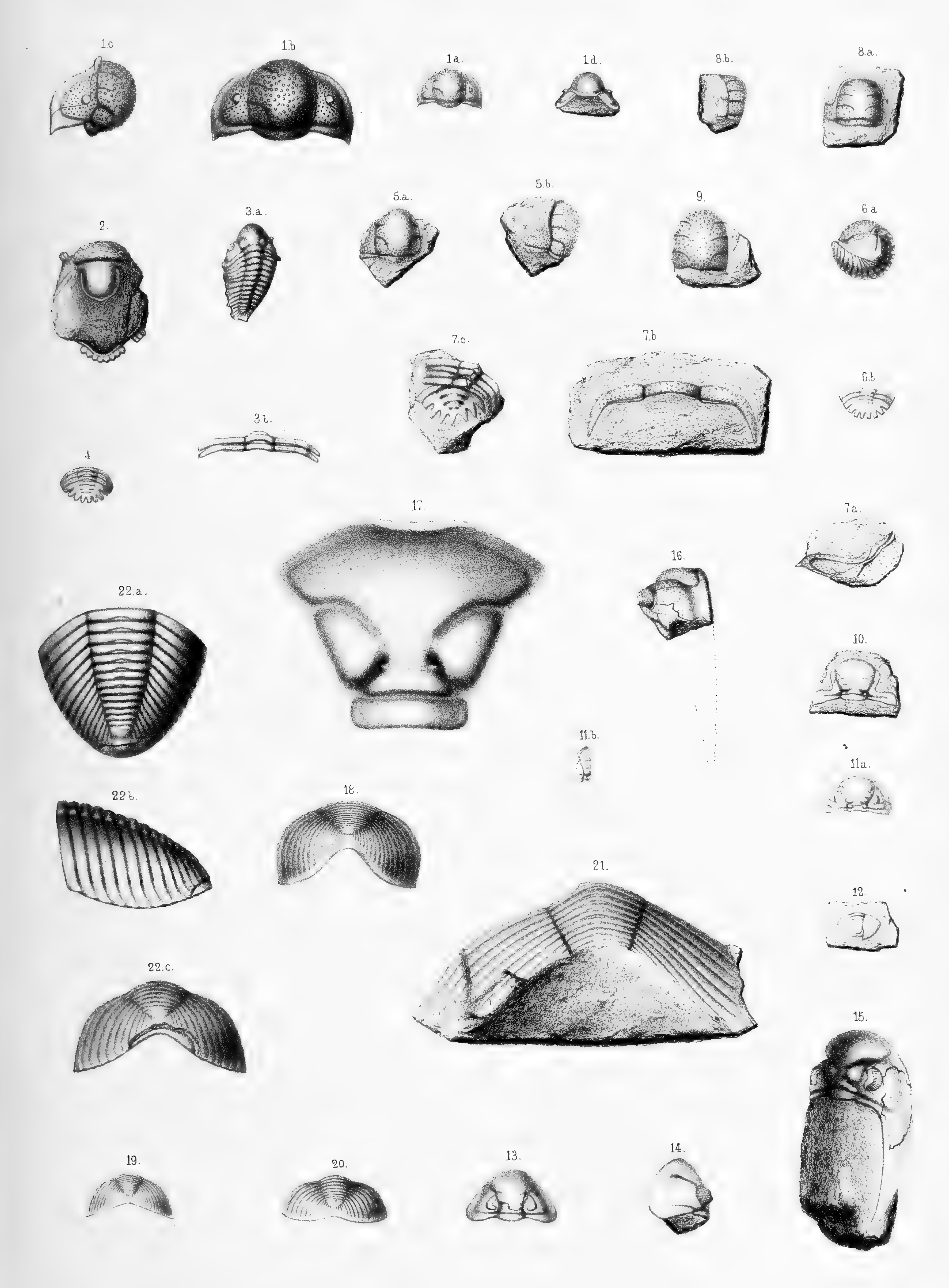
F. 18. Pygidium derselben Art (dasselbe Exemplar s. Taf. IV, F. 7) im Profil, von St. Mathias (D) in Estland Mus. Dorpat.

F. 19. *P.* (*Chasmops*) *macroura* Sjögr. Profilansicht. Geschiebe von Oeland, aus dem Stockholmer Museum. S. T. IV F. 8, 9.

F. 20. Profilansicht d. Pygidiums v. *P.* (*Chasmops*) *Wesenbergensis* n. sp. von Wesenberg. Mus. Reval. S. T. V F. 5 dasselbe Exemplar.

F. 21. Pygidium von *P.* (*Chasmops*) *Eichwaldi* n. sp. von Turwaste bei Piersal in Estland (F_1) Mus. Reval. S. T. V F. 8—10.

F. 22, a, b, c. Pygidium eines *Chasmops* nach einem Geschiebe von Berlin, im Berliner Universitäts-Museum (S. 115).



Lith. Anst. v. Ivanson, St. Petersburg.

Tafel XI.

F. 1. *Phacops sclerops* Dalm. von Husbyfjöl a. d. Museum d. Akademie in Stockholm (die F. 3 a, auf T. I verbessert).

F. 2. *P. sclerops* var. *angulata* v. Pawlowsk a. d. Volborthschen Samml. (F. 7 a auf T. I verbess.).

F. 3. *Phacops trigonocephala* m. var. *estonica* (S. 83) von Reval a. d. Vaginatenkalk (Mus. Reval). S. T. XII F. 9.

F. 4. *Phacops trigonocephala* var. *genuina* von Nömmewesk bei Palms (Mus. Pahlen). 4 a. das zugehörige Pygidium. S. T. I F. 9—14.

F. 5. *Phacops* (*Chasmops*) *nasuta* m. v. Dubowiki a. Wolchow. S. a. T. XII F. 23; T. XV F. 27, 28.

F. 6. *Phacops nasuta* m. (S. 96) von Gostilizy. Mus. Plautin.

F. 7. *Phacops* (*Pterygometopus*) *Kuckersiana* m. von Kuckers. Mus. Reval. S. T. V F. 11—13; T. XII F. 16, 17, 18.

F. 8. *Phacops* (*Pterygometopus*) *Kegelensis* m. (S. 91) von Kegel. Mus. Reval. S. T. XII F. 19 T. XV F. 24, 25.

F. 9. *Phacops Nieszkowskii* m. von Wesenberg. Mus. Reval. S. V F. 14, 15; T. XII F. 20, 21.

F. 10 a, b. *Phacops* (*Chasmops*) *Wrangeli* m. (S. 107) von Itfer in Estland. Mus. Reval.

F. 11 a, b. *Phacops* (*Chasmops*) *mutica* m. v. Sommerhusen in Estland (Ergänz. z. F. 9 auf T. III).

F. 12 a, b. *Phacops* (*Chasmops*) *brevispina* m. (S. 108) v. Ristininna b. Wichterpal i. Estl. Mus. Rev.

F. 13. *Phacops* (*Chasmops*) *maxima* m. (Seitenansicht des Kopfes mit dem Umschlag) von Jewe. Mus. Reval. S. T. IV F. 1, 2; T. X F. 17.

F. 14. *Phacops* (*Chasmops*) *marginata* m. von Kuckers (Theil der Glabella vergr.) aus dem Revaler Museum. Dasselbe Stück T. X F. 15. S. T. III F. 5—7.

F. 15. Kopfumschlag des nämlichen Stücks.

F. 16. *Phacops* (*Chasmops*) *Odini* var. (S. 102) Pygidium von Itfer im Revaler Museum. S. die Profilansicht desselben T. XV F. 32 und den Kopf T. XV F. 30.

F. 17. *Phacops elegans* Ss. et Boeck. Glabella vergrössert. Von Wahhoküll bei Piep in Estland. Mus. Reval. S. T. I F. 1; T. X F. 10—12.

F. 18. *Phacops Downingiae* Murch. Glabella vergr., von Ohhesaare pank auf Oesel. Mus. Reval. S. T. I F. 2.

F. 19. *Cheirurus gladiator* Eichw. von Rogö. Mus. Reval. (T. VI F. 11 verbessert).

F. 20. *Cheirurus exsul* Beyr. Seitenansicht einer Glabella v. Gostilizy mit Stachel am Nackenring. S. T. VI F. 5—10; T. XII F. 25, 26; T. XVI F. 2, 3.

F. 21 a, b. *Cheirurus* (*Pseudophaerexochus*) *Pahnschi* m. (S. 177) von Friedrichshof (D), aus dem Revaler Museum.

F. 22. *Cheirurus* (*Pseudophaerexochus*) *Roemeri* m. Geschiebe von Schwarzen in Estland (F). Museum Reval. S. T. X F. 8.

F. 23. Randschild von *Cybele brevicauda* Ang. (S. 109) Geschiebe von Schwarzen in Estl. (F_1). Museum Reval. Fälschlich hierher gerathen. S. T. XIV F. 7—10; T. XV F. 15—17.

F. 24. Pygidium, wahrscheinlich ron *Cheirurus Roemeri* (S. 178), aus Borkholm (F_2). Mus. Reval.

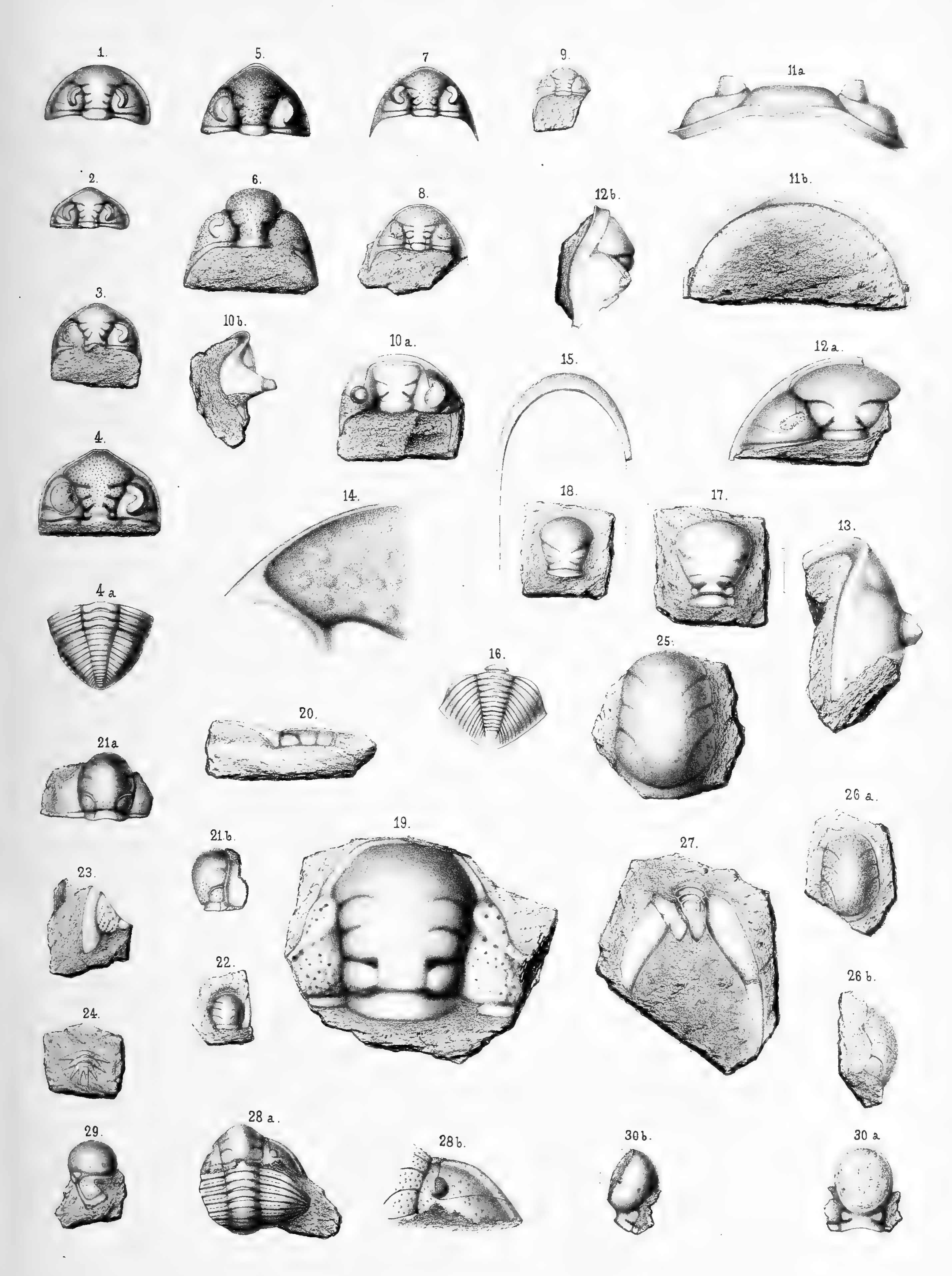
F. 25, 26 a, b. Glabella von *Cheir.* (*Nieszkowskia*) *variolaris* Linnarss. var. *mutica* von Gostilizy (C_1). Sammlung Plautin. S. T. IX F. 1—8.

F. 27. Innerer Abdruck eines Pygidiums von *Ch.* (*Nieszkowskia*) *cephaloecros* Nieszk. von Kuckers (C_2), mit deutlich erkennbaren 4 Rhachisgliedern. Mus. Reval. S. T. IX F. 9—16; T. XVI F. 36, 37;

F. 28 a, b. *Cheirurus* (*Nieszkowskia*) *tumidus* Ang. v. Saborodje b. Gostilizy (C_1). Mus. Academ. S. T. VIII F. 20—24; T. XVI F. 31—35.

F. 29. Seitenansicht von *Ch. Cyrtometopus* (*pseudohemicranium*) Nieszk. var. *dolichocephala*, von Kokka bei Baltischport (der Verlauf d. hint. Zweiges d. Gesichtsnath nicht richtig, s. T. XVI F. 20).. Museum Reval. S. auch T. VIII F. 9, 10.

F. 30 a, b. *Cheirurus* (*Sphaerocoryphe*) *Hübneri* m. von Itfer (C_3). Mus. Reval. S. auch T. VIII F. 11; T. XII F. 27.



Lith. Ansf. v. Ivanson, S. Petersburg.

Tafel XII.

F. 1 a, b. *Phacops* (*Pterygometopus*) *sclerops* Dalm. mit spitzem Kopf- und Schwanzschild. Volborthsche Sammlung. S. T. I F. 3—8; T. XI F. 1, 2.

F. 2. Seitenansicht dieser Art, um den Umschlagswinkel zu zeigen. Volborthsche Sammlung.

F. 3. Ein Stück derselben Art mit einer andern Ansicht des Umschlags. Volborthsche Sammlung.

F. 4. Innerer Abdruck dss Kopfschildes dieser Art, von Rogö (B_3). Museum Reval.

F. 5. Mittelform zwischen *P. sclerops* und *trigonocephala* m. von Pawlowsk. Volborthsche Samml.

F. 6 a, b. Kopfumschlag von *P. trigonocephala* m. Volborthsche Sammlung. S. T. I F. 9—14.

F. 7. Seitenansicht eines Exemplars derselben Art. Volborthsche Sammlung.

F. 8. Pygidium derselben Art., von Pawlowsk. Volborthsche Sammlung.

F. 9 a, b. Pygidium von *P.* (*Pterygometopus*) *trigonocephala* var. *estonica*, von Rogö (B_3). Museum Reval. S. T. XI F. 3.

F. 10. *P.* (*Pterygometopus*) *Panderi* m. von vorn, aus der Gegend von Pawlowsk (C_1). Volborthsche Sammlung. S. T. I F. 15—17,

F. 11. Exemplar derselben Art, stärker gewölbt, von Lapuchinka (C_1). Mus. academ.

F. 12. Hypostoma derselben Art, von Pawlowsk. Volborthsche Sammlung.

F. 13. *P.* (*Pterygometopus*) *exilis* Eichw. Vorderansichi des Kopfes, von Kuckers (C_2). Museum Reval. S. T. I F. 19—21.

F. 14. *P.* (*Pterygometopns*) *laevigata* n. sp. von Kegel (D). Mus. Reval. S. T. I F. 23; T. X F. 13, 14; T. XV F. 26.

F. 15. Dieselbe Art vorn. Ebendaher. Mus. Reval.

F. 16. *P.* (*Pterygometopus*) *Kuckersiana* (C_2) von Reval. Mus. Reval. S. T. V F. 11—13; T. XI F. 7.

F. 17. *P. Kuckersiana*, Kopfschild vergrössert, von Kuckers. Mus. Reval.

F. 18. *P. Kuckersiana.* Ebendaher. Innerer Abdruck. (Verbesserung von T. V F. 12).

F. 19. *P.* (*Pterygometopus*) *Kegelensis* n. sp. Kopfumschlag, v. Kegel. Dass. Stück wie T. XI F. 8.

F. 20. *P.* (*Pterygometopus*) *Nieszkowskii* n. sp. vergrössert, von Wesenberg. Mus. Reval. S. T. V F. 14, 15; T. XI F. 9.

F. 21. Pygidium derselben Art von ebendaher.

F. 22. *P.* (*Chasmops*) *ingrica* m., Kopfschild von der Seite, von Pawlowsk (C). Volb. Samml. S. T. II F. 16.

F. 23 a, b, c. *P.* (*Chasmops*) *nasuta* n. sp., von Dubowiki am Wolchow (C_1). Das Stück von T. XI F. 5 vervollständigt. S. auch T. XV F. 27, 28.

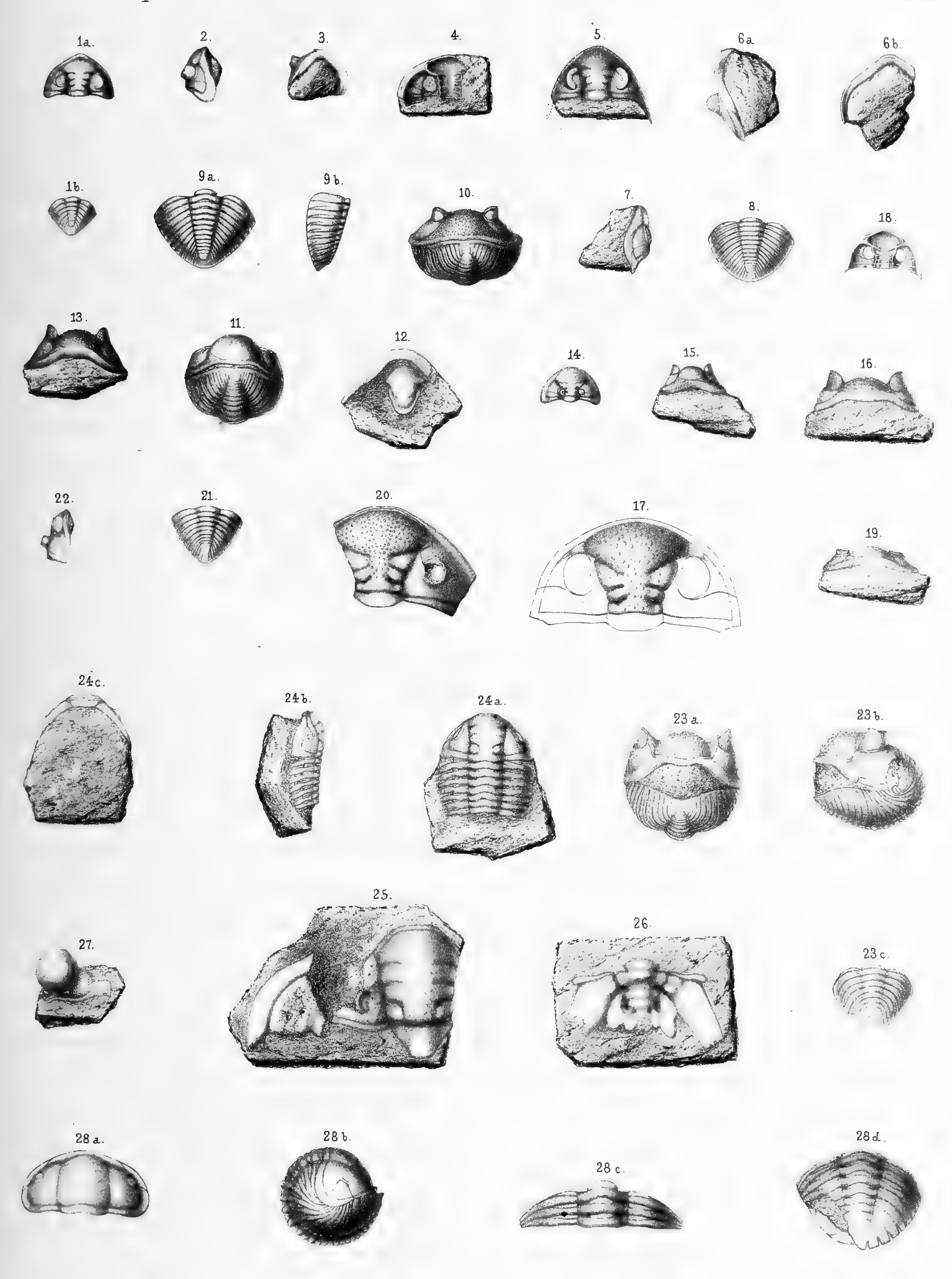
F. 24 a, b, c. *Cheirurus* (*Cyrtometopus*) *Plautini* n. sp. (S. 159) von Reval (C_1). Samml. Plautin. S. T. XVI F. 15.

F. 25. *Cheirurus exsul* Beyr. von Gostilizy (C_1). Plautinsche Sammlung. S. T. VI F. 5—10,

F. 26. Ein Pygidium derselben Art. Ebendaher. Pleuren irregulär.

F. 27. *Cheirurus* (*Sphaerocoryphe*) *Hübneri* n. sp. von Haljal (C_3). Hübnersche Sammlung in der Petrowsk. Akad. bei Moskau. S. VIII F. 11,

F. 28, a, b, c, d. *Diaphanometopus Volborthi* n. gen. et sp. (S. 196) v. Pawlowsk (B). Volb. Samml.



Lith. Anst. v. Ivanson, St Petersburg.
Shdanowka Ufer N: 9.

Tafel XIII.

F. 1—8. *Amphion Fischeri* Eichw. sp. (S. 191) von Pawlowsk (B_3). Volborthsche Sammlung. F. 1 ganzes Exemplar; F. 2 Kopf vergrössert; F. 3 Umschlag des Kopfschildes mit Hypostoma; F. 4 ganzes Exempl. von d. Seite; F. 5 Hypostoma; F. 6 Leibesglieder; F. 7 Aussentheil der Pleuren von unten; F. 8 a, b Pygidium von oben u. unten.

F. 9—13. *Cybele bellatula* Dalm. sp. (S. 203) von Pawlowsk (B_3). Volborthsche Sammlung. S. auch T. XV F. 1—5. F. 9 a, b, c Kopf mit Hypostoma (9 b), die Glabelle von F. 9 a in T. XV F. 1 verbessert; F. 10 Ansicht von d. Unterseite, in T. XV F. 4 verbessert; F. 11 vordere Leibesglieder; F. 12 Beginn des rings geschlossenen Aussentheils d. Pleuren von unten gesehen, — die Enden der Pleuren sind abgebrochen; F. 13 a, b hinterste Leibesglieder u. Pygidium; F. 13 a auf T. XV F. 5 verbessert.

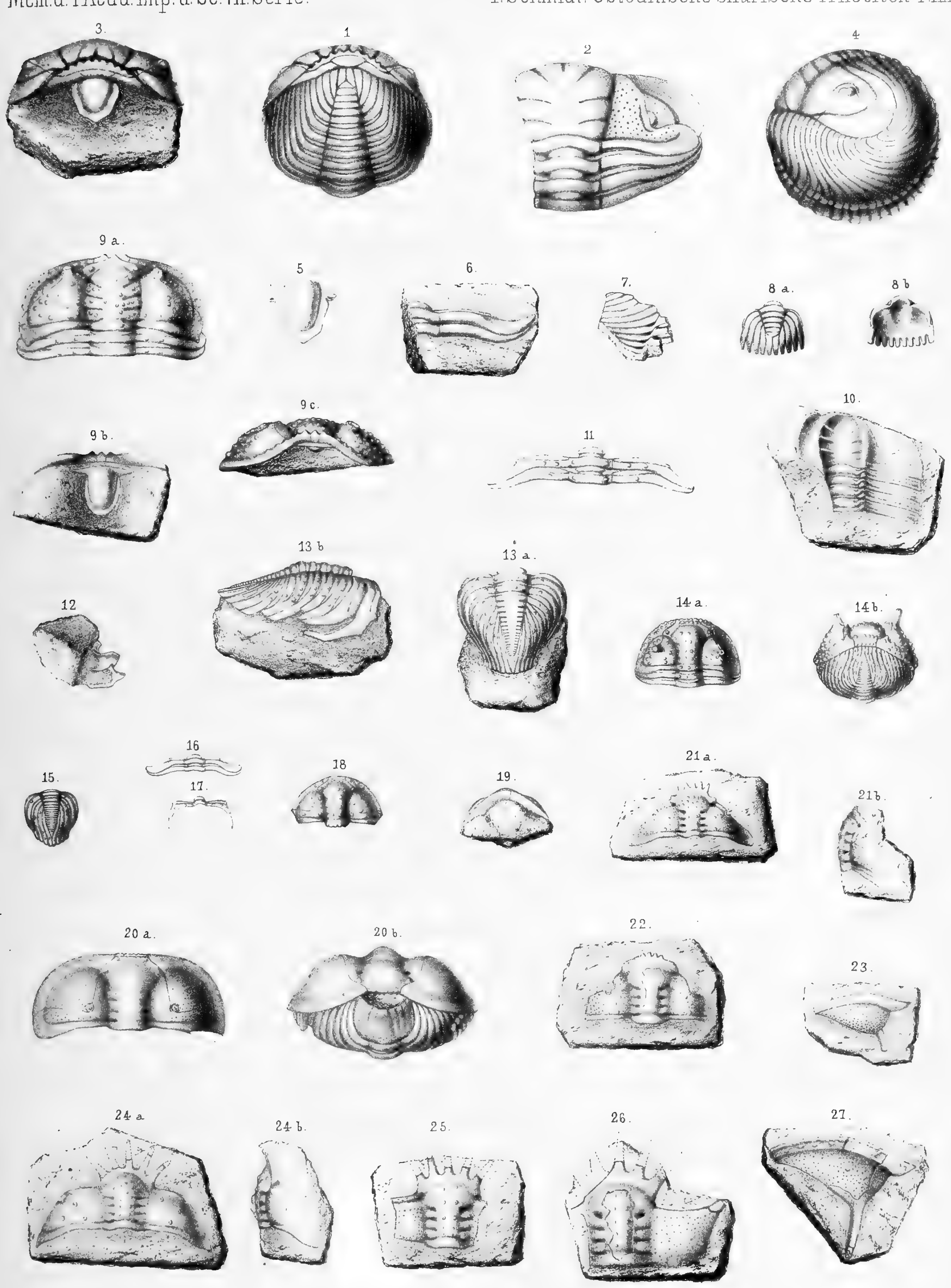
F. 14—17. *Cybele Wörthi* Eichw. sp. (S. 214) von Pawlowsk (C_1). Volb. Samml. F. 14 a, b ganzes Exempl.; F. 15 Pygidium eines andern Exempl.; F. 16 vordere, F. 17 hintere Leibesglieder.

F. 18, 19. *Cybele affinis* n. sp. (S. 216) von Pawlowsk (C_1). Volborthsche Sammlung. F. 18 Kopf von oben, F. 19 von unten.

F. 20 a, b. *Cybele Revaliensis* n. sp. (S. 207) von Reval (C_1). Museum Reval. S. auch T. XIV F. 6; T. XV F. 6, 7; T. XVI F. 40.

F. 21—23. *Cybele rex* Nieszk. (S. 209) von Kuckers (C_2). Museum Reval. S. auch T. XIV F 3, 4; T. XV F. 8, 9. T. 21 a, b Mittelschild des Kopfes von oben und von d. Seite; F. 22 ein gleiches mit kurzen, stumpfen Zähnen am Stirnrande; F. 23 Randschild.

F. 24—27. *Cybele coronata* n. sp. (S. 213) von Kuckers. Museum Reval. S. auch T. XIV F. 5; T. XV F. 10. F. 24 a, b Mittelschild des Kopfes von oben und von der Seite, dasselbe Stück in T. XV F. 10; F. 25, 26 Glabellen; F. 27 Randschild (ob hierher gehörlg?).



Lith.Anst.v.Ivanson, S.t Petersburg, Shdanowka Ufer N.o 9.

Tafel XIV.

F. 1 a, b. *Cybcle Grewingki* n. sp. (S. 211) Geschiebe von Hapsal (D). Museum Dorpat.

F. 2. *Cybele Grewingki* n. sp. Pygidium von Annia (D). Museum Reval.

F. 3, 4. *Cybele rex* Nieszk. Pygidium von Kuckers (C_1). Museum Reval. S. T. XIII F. 21—23; T. XV F. 8, 9.

F. 5. *Cybele coronata* n. sp. Pygidium von Kuckers (C_1). Museum Reval. S. T. XIII F, 24—26.

F. 6. *Cybele Revaliensis* n. sp. von Reval (C_1). Museum Reval. S. T, XIII F. 20; T. XV F. 6, 7.

F. 7 a, b. *Cybele brevicauda* Ang. (S. 219) von Wesenberg? oder Geschiebe aus F. Mus. Dorpat.

F. 8. *Cybele brevicauda* Ang. Kopf von der Seite, Geschiebe von Schwarzen (F). Museum Reval.

F. 9. *Cybele brevicauda* Ang, Pygidium von Schwarzen (F). Museum Reval.

F. 10. *Cybele brevicauda* Ang. Pygidium von Wesenberg (E). Museum Reval. (Verbessert T. XV F. 17.)

F. 11 a, b, c. *Encrinurus punctatus* Wahlb. sp. (S. 225) von Johannis auf Oesel (J). In der Hübnerschen Samml. der Petrowsk. Akadem. bei Moskau. F. 11 b. verbessert in T. XV F. 18.

F. 12. *Encrinurus punctatus*, Seitenansicht des Kopfes, von Johannis, im Museum Dorpat.

F. 13. Leibesglieder derselben Art. Ebendaher.

F. 14. *Encrinurus* cf. *multisegmentatus* Portl. (S. 227) Randschild von Piersal (F). Mus. Reval. S. T. XV F. 19, 20.

F. 15. Pygidium derselben Art als Geschiebe bei Schwarzen (F). Museum Reval.

F. 16—26. *Encrinurus Seebachi* n. sp. von Wesenberg (E). S. auch T. XV F. 21—23. F. 16 vollständiges Exemplar — im Göttinger Museum — von Prof. v. Seebach gefunden. Die übrigen Stücke aus dem Revaler Museum. F. 17 Leibesglieder; F. 18, 19 Mittelschilder d. Kopfes; 20 a, b, c ein solches von oben, von der Seite und von vorn; F. 21 dasselbe Schild von unten gesehen; F. 22 Randschild; F. 23 Hypostoma; F. 24—26 verschiedene Pygidien.

2. 3. 4. 5. 6. 11 a.

1 a. 11 b.

7 a. 7 b. 8. 11 c. 12.

9. 16. 13.

10. 1 b. 14. 15.

18. 17.

20 a. 20 b. 20 c. 19. 21

22 a. 22 b. 23. 24. 25. 26.

I

Lith. Anst. v. Ivanson, St. Petersburg, Shdanowka Ufer. N° 9.

Tafel XV.

F. 1. *Cybele bellatula* Dalm., Glabella von Pawlowsk (B). Volborthsche Samml. S. T. XIII F. 9 a.

F. 2. *Cyb. bellatula* Dalm. (*genuina*?) Kopf von Ljapino bei Gostilizy (B). Plautinsche Samml.

F. 3. *Cyb. bellatula* var., Kopf von Gostilizy (C_1). Plautinsche Sammlung.

F. 4. Innerer Abdruck derselben Art (T. XIII F. 10 verbessert).

F. 5. Pygidium derselben Art (T. XIII F. 13 a verbessert).

F. 6. *Cyb. Revaliensis* n. sp. Glabella von Odensholm (C_1). Mus. Dorpat. S. T. XIII F. 20; T. XV F. 6, 7; T. XVI F. 40.

F. 7. *Cyb. Revaliensis* n. sp. Pygidium von Rogö (C_1). Mus. Reval.

F. 8. *Cyb. rex* Nieszk. von Kuckers (C_2). Mus. Reval. S. T. XIII F. 21—23; T. XIV F. 3, 4.

F. 9. Innerer Abdruck. Ebendaher.

F. 10. *Cyb. coronata* n. sp. von Kuckers (C_2). Mus. Reval. S. T. XIII F. 24—26; T. XIV F. 5.

F. 11. *Cyb. Kutorgae* n. sp. (S. 217) von Perifer bei Jewe (D). Mus. Reval. S. T. XVI F. 39.

F. 12. *Cyb. Kutorgae* von Penningby bei Reval (D). Mus. Reval.

F. 13. *Cyb. Kutorgae*, Randschild von Moloskowizy (D). Mus. Reval.

F. 14. *Cyb. Kutorgae*, Pygidium von Sommerhusen (D). Mus. Reval.

F. 15. *Cyb. brevicauda* Ang., Geschiebe von Schwarzen (F). Mus. Reval. Das nämliche Stück T. XIV F. 8. S. T. XIV F. 7—10.

F. 16. *Cyb. brevicauda*, Geschiebe von Hapsal, Steinkern. Museum Dorpat.

F. 17. *Cyb. brevicauda*, Pygidium von Wesenberg (E). Mus. Reval. Verbesser. v. T. XIV F. 10.

F. 18. *Encrinurus punctatus* von Johannis (J). Verbesserung von T. XIV F. 11 b.

F. 19 a, b, c. *Encrinurus* cf. *multisegmentatus* Portl. von Pallokül auf Dago (F_1). Mus. Dorpat. S. T. XIV F. 14, 15.

F. 20. *Encrin. multisegmentatus*, Seitenansicht des Pygidiums, Geschiebe v. Schwarzen (F_1). Mus. Reval. S. T. XIV F. 15.

F. 21. *Encrin. Seebachi* n. sp. Vorderansicht mit Schnauzenschild v. Wesenberg. Mus. Reval. S. T. XIV F. 16—26.

F. 22. Glabellarantheil d. Mitteschildes derselben Art. Ebendaher.

F. 23. Pygidium derselben Art von der Seite. Ebendaher.

F. 24. *Phacops* (*Pterygometopus*) *Kegelensis* n. sp. Pygidium; Geschiebe von Keinis auf Dago (D). Museum Dorpat. S. T. XI F. 8; T. XII F. 19.

F. 25. *P. Kegelensis* von Kegel (D). Mus. Reval. Das nämliche Stück wie T. XI F. 8.

F. 27. *P.* (*Pterygometopus*) *laevigata* n. sp. Pygidium von Kegel (D). Mus. Reval. S. T. I F. 22; T. X F. 13, 14.

F. 27, 28. *P.* (*Chasmops*) *nasuta* n. sp. von Gostilizy (C_1). Plautinsche Sammlung. S. T. XI F. 5, 6; T. XII F. 23.

F. 29. *P.* (*Chasmops*) *praecurrens* n. sp. Pygidium im Profil von Leetz bei Baltischport (C_1). Mus. Reval. S. T. II F. 17.

F. 30. *P.* (*Chasmops*) *Odini* Eichw. var. (S. 102) von Itfer (C_3). Mus. Reval. S. F. 32.

F. 31. *P.* (*Chasmops*) *marginata*, n. sp. Pygidium im Profil von Nömmis bei Kappel (D). Sammlung Baron Pahlen. S. T. III F. 6 dass. Stück. S. auch T. III F. 5—7; T. X F. 15; T. XI F. 14, 15.

F. 32. P. (*Chasmops*) *Odini* var. Pygidium im Profil von Itfer (C_3). Mus. Reval. S. T. XI F. 16.

F. 33 a, b, c. *P.* (*Chasmops*) *Wenjukowi* n. sp. (S. 110) von Kaesal bei Kegel (D). Mus. Reval.

F. 34. *P.* (*Chasmops*) *maxima* n. sp. Hypostoma von Kegel (D). Mus. Reval. S. T. IV F. 1, 2, 3 T. X F. 17; T. XI F. 13.

F. 35. *P.* (*Chasmops*) *maxima*, Pygidium v. St. Mathias (D). Mus. Dorpat. S. dasselbe Stück T. IV F. 7 und T. X F. 18.



Lith. Anst. v. Ivanson St. Petersburg.

Tafel XVI.

F. 1. *Cheirurus ornatus* Dalm. sp. von Rogö (B). Mus. Reval. S. T. VI F. 3, 4.

F. 2. *Cheir. exsul* Beyr. Fast vollständiges Exemplar von Gostilizy (C_1). Samml. Plautin. S. T. VI F. 5—10; T. XII F. 25, 26.

F. 3. *Cheir. exsul*, mit in ein Horn ausgezogenem Nackenring von Gostilizy (C_1). Samml. Plautin. S. T. XI F. 20.

F. 4. *Cheir. macrophthalmus* Kut.? Pygid. von Gostilizy (C_1). Samml. Plautin. S. T. VII F. 1—5.

F. 5. *Cheir. spinulosus* Nieszk. von Kuckers (C_2). Mus. Reval. S. T. VII F. 6—17.

F. 6. Leibesglied derselben Art ebendaher, mit gesägten Aussenpleuren.

F. 7 a, b. *Cheir. (Cyrtometopus) clavifrons* Dalm. von Iswos (B_3). Samml. Nikitin in Moskau. S. T. VIII F. 4—6.

F. 8. *Cheir. clavifrons* von Iswos (B_3). Mus. Petersb. Universität.

F. 9. *Cheir. clavifrons* von Pawlowsk. Volborthsche Sammlung.

F. 10. *Cheir. clavifrons* aus den Putilowschen Brüchen. Museum Academ.

F. 11. *Cheir. clavifrons* Hypostoma, verbessert. S. T. VIII, F. 5. Volborthsche Sammlung.

F. 12. *Cheir. clavifrons* Leibesglieder u. Pygid., verbess. S. T. VIII F. 6. Volb. Samml.

F. 13, 14. *Cheir. (Cyrtometopus) affinis* Ang. von Pawlowsk (B_3). Volborthsche Samml. S. T. VII F. 22; T. VIII F. 1—3.

F. 15. *Cheir. Plautini* m. vergrössert, v. Reval (C_1). Samml. Plautin. S. T. XII F. 24.

F. 16. *Cheir. (Cyrtometopus) aries* Leuchtb. verbessert, von Pawlowsk. S. T. VII F. 19, Volborthsche Sammlung.

F. 17. Dieselbe Art ebendaher, mit Andeutung d. Ringes zwischen d. Basalloben.

P. 18. *Cheir. (Cyrtometopus) Pseudohemicranium* Nieszk. von St. Mathias (D). Mus. Reval. S. T. VIII F. 13, 14, 16.

F. 19. Dieselbe Art von Sammomä bei Rasick (D). Mus. Reval.

F. 20. Dieselbe Art var. *dolichocephala* (C_2) von Kokka bei Baltischport, die F. 29 auf T. XI verbessert. Mus. Reval. S. auch T. VIII F. 9, 10.

F. 21. Dieselbe Art u. Varietät (C_3) von Kavast, verbessert. S. T. VIII F. 15. Mus. Reval.

F. 22—27. *Cheir. (Pseudosphaerexochus) hemicranium* Kut. sp. v. Pawlowsk. Volb. Samml. S. T. X F. 1—4.

F. 28. *Cheir. (Pseudosphaerexochus) conformis* Ang. von Borkholm (F_2), verbessert. S. T. X F. 5. Mus. Dorpat.

F. 29. Leibesglied derselben Art von Hohenholm (F_1); F. 7 b auf T. X verbessert. Volb. Samml.

F. 30. *Cheir. (Pseudosphaerexochus)* cf. *granulatus* Ang. von Kurküll (F_1) verbess. S. T. X F. 9. Museum Reval.

F. 31. *Cheir. (Nieszkowskia) tumidus* Ang. von Pulkowa (C_1). Eichwaldsche Samml. S. T. VIII F. 20—24; T. XII F. 28.

F. 32, 33. Dieselbe Art von Gostilizy (C_1). Samml. Plautin.

F. 34. Dieselbe Art von Ljapino bei Gostilizy (B). Samml. Plautin.

F. 35. Dieselbe Art von Pawlowsk (B). Volborthsche Samml.

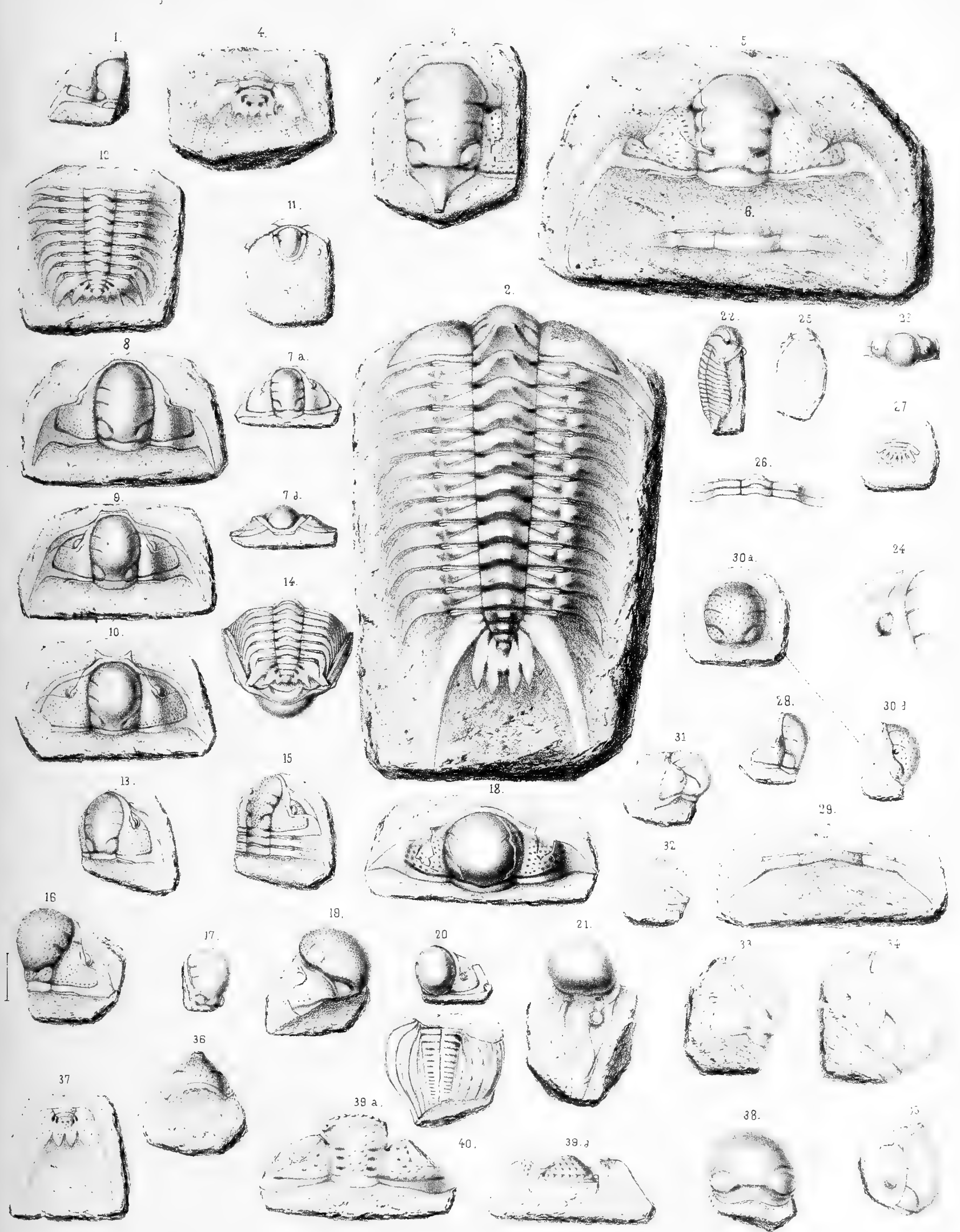
F. 36. *Cheir. (Nieszkowskia) cephaloceros* Nieszk. von hinten gesehen, von Kuckers (C_2). Museum Reval. S. T. IX F. 9—16; T. XI F. 27.

F. 37. Pygidium derselb. Art v. Kuckers, verbessert. S. T. IX F. 15 a. Mus. Reval.

F. 38. *Sphaerexochus angustifrons* Ang. von Pallokülla auf Dago (F_1) verbessert. S. T. IX F. 17. Volborthsche Sammlung.

F. 39 a, b. *Cybele Kutorgae* n. sp. von Parizy bei Gatschina (D). Samml. Mineralog. Gesellschaft. S. T. XV F. 11—14.

F. 40. *Cybele Revaliensis* n. sp. Pygidium von Reval. Hübnersche Samml. in der Petrowskichen landwirthschaftl. Akademie. S. T. XIII F. 20; T. XIV F. 6; T. XV F. 6, 7.



Lith.Anst.v.Ivanson St Petersburg

Ouvrages paléontologiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. VI, № 2. **Volborth, A. v.** Ueber die mit glatten Rumpfgliedern versehenen russischen Trilobiten, nebst einem Anhange über die Bewegungsorgane und über das Herz derselben. 1863. Mit 4 lith. Taf. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. VIII, № 9. **Volborth, A. v.** Ueber einige neue Ehstländische Illaenen. 1864. Mit 2 lith. Taf. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XVI, № 2. **Volborth, A. v.** Ueber Achradocystites und Cystoblastus, zwei neue Crinoideen-Gattungen, eingeleitet durch kritische Betrachtungen über die Organe der Cystideen. 1870. Mit 1 lith. Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 11. **Brandt, A.** Ueber fossile Medusen. 1871. Mit 2 Taf. Pr. 45 K = 1 Mk. 50 Pf.

T. XIX, № 3. **Schmidt, F.** Ueber die Petrefacten der Kreideformation von der Insel Sachalin. 1873. Mit 8 Taf. Abbildungen. Pr. 1 R. 10 K. = 3 Mk. 70 Pf.

T. XXI, № 2. **Schmidt, F.** Miscellanea Silurica. I. Ueber die russischen silurischen Leperditien, mit Hinzuziehung einiger Arten aus den Nachbarländern. 1873. Mit 1 Taf. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

№ 11. **Schmidt, F.** Miscellanea Silurica. II. Ueber einige neue und wenig bekannte baltisch-silurische Petrefacten. 1874. Mit 4 Taf. Abbildungen. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XXII, № 12. **Heer, O.** Beiträge zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes. 1876. Mit 31 Taf. Pr. 5 R. 50 K. = 18 Mk. 30 Pf.

T. XXIV, № 8. **Pahlen, A. v. d.** Monographie der baltisch-silurischen Arten der Brachiopoden-Gattung Orthisina. 1877. Avec 4 pl. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XXV, № 6. **Heer, O.** Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes. 1878. Avec 15 pl. Pr. 3 R. 20 K. = 10 Mk. 70 Pf.

№ 7. **Heer, O.** Primitiae florae fossilis Sachalinensis. — Miocäne Flora der Insel Sachalin. 1878. Avec 15 pl. Pr. 3 R. 20 K. = 10 Mk. 70 Pf.

№ 9. **Möller, V. v.** Die spiral-gewundenen Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. 1878. Avec 15 pl. Pr. 2 R. 50 K. = 8 Mk. 30 Pf.

T. XXVII, № 4. **Schmalhausen, J.** Beiträge zur Jura-Flora Russlands. 1879. Avec 16 pl. Pr. 2 R. 20 K. = 7 Mk. 30 Pf.

№ 5. **Möller, V. v.** Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. 1879. Avec 7 pl. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.

№ 10. **Heer, Prof. Dr. Osw.** Nachträge zur Jura-Flora Sibiriens gegründet auf die von Herrn Richard Maak in Ust-Balei gesammelten Pflanzen. 1880. Mit 9 Tafeln. Pr. 1 R. 30 K. = 4 Mk. 30 Pf.

T. XXVIII, № 8. **Kiprijanoff, W.** Studien über die fossilen Reptilien Russlands. I. Theil. Gattung Ichthyosaurus König aus dem Severischen Sandstein oder Osteolith der Kreide-Gruppe. 1881. Mit 19 Tafeln. Pr. 2 R. 45 K. = 8 Mk. 20 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Decembre, 1881. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 2.

RECHERCHES

SUR

LA FORMATION ET LES PROPRIÉTÉS

DE L'OXYDE DE SODIUM ANHYDRE

par

N. Beketoff.

(Lu le 8 Décembre 1881.)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof.
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 15 Cop. = 50 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 2.

RECHERCHES

SUR

LA FORMATION ET LES PROPRIÉTÉS

DE L'OXYDE DE SODIUM ANHYDRE

par

N. Beketoff.

(Lu le 8 Décembre 1881.)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof.	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 15 Cop. = 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Janvier 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

L'étude des déplacements réciproques des éléments, aux quelles j'ai consacré plusieurs de mes travaux chimiques, m'a conduit à désigner des rapports remarquables entre cette propriété des éléments et leurs densité physique (D), comme produit du poids (p) atomique et de la densité chimique ou nombre relatif d'atomes (n) dans l'unité de volume: D = n. p. Mais le déplacement d'un élément par un autre, étant d'un autre côté le résultat de la plus ou moins grande énergie de l'action chimique, mesurée par la quantité de chaleur dégagée, il s'en suit que cette énergie elle-même est une fonction du poids atomique et de la densité chimique. — L'action chimique s'exerçant entre deux corps au moins, son énergie dépend non seulement des propriétés de chaque corps pris séparément, mais encore des rapports de ces propriétés, notamment des rapports des masses ou des équivalents qui entrent en combinaison. Ce rapport, comme je l'ai depuis longtemps énoncé, tend vers l'unité, ou mieux— vers l'égalité des masses dans les combinaisons les plus stables.

Le groupe des métaux alcalins, au quel se rattache l'hydrogène d'un côté et l'argent de l'autre, forme une série de corps très analogues par leurs propriétés chimiques et, en même temps, très variables dans leurs poids atomiques et leurs densités. Comme métaux monovalents, ils forment les combinaisons les plus simples et les mieux définies. Tout cela rend leur étude, au point de vue des relations mentionnées ci-dessus, une des plus interessante, et néanmoins, pour cette étude, quelques données importantes manquent à la science. Telles sont par exemple les chaleurs de formation des oxydes anhydres des métaux alcalins, qui n'ont pas été jusqu'à présent déterminées. C'est pour combler cette lacune et completer l'étude de ces oxydes, que le présent travail a été entrepris. Les travaux classiques de J. Thomsen ont fourni, il est vrai, un nombre considérable de données thermochimiques sur la formation des combinaisons des métaux alcalins et notamment sur la chaleur de formation des hydrates alcalins à partir des éléments. Ces recherches m'ont servi de point de départ pour déterminer la chaleur de formation des oxydes anhydres, puisque il n'y manque qu'un terme — c'est justement la chaleur de combinaison des oxydes anhydres avec l'eau; une fois cette chaleur connue, on peut en déduire la chaleur de formation de l'oxyde

anhydre à partir des éléments. Par exemple, la réaction $Na_2 + O + aq$ dégage, d'après Thomsen, 155,260 calories. La somme des chaleurs dégagées par les deux réactions, $Na_2 + O$ et $Na_2O + aq$, est connue; il suffit par conséquent de déterminer la valeur thermochimique de l'une de ces réactions pour connaître l'autre. C'est naturellement la chaleur de l'hydratation que j'ai cherché à déterminer, car l'action directe de l'oxygène sur les métaux alcalins ne donne jamais, comme on sait, un produit unique M_2O; celui-ci est toujours accompagné de peroxydes. — C'est par les recherches concernant le sodium, que j'ai commencé, et qui sont l'objet spécial du présent mémoire.

I. Hydratation de l'oxyde de sodium anhydre et sa réduction par l'hydrogène.

La préparation de l'oxyde anhydre de sodium à l'état de pureté m'a présenté de grandes difficultés, non seulement à cause de ses propriétés et des propriétés du métal alcalin, mais aussi parce-que les conditions chimiques de la formation de cet oxyde sont très mal connues. J'ai commencé par le procedé de Davy et de Gay-Lussac et Thénard recommandé dans tous les traités de Chimie, c'est à dire par l'action du métal sur le monohydrate, pour réaliser la réaction:

$$\begin{matrix}Na\\H\end{matrix}O + Na = Na_2O + H.$$

De l'hydrate de sodium très pur, preparé par l'action du métal sur une petite quantité d'eau, a été fondu dans un creuset d'argent; quand la masse liquide présenta une surface presque tranquille et la température attint le rouge sombre, je projetai de petits morceaux de métal, qui commença à se dissoudre en dégagent de l'hydrogène. Je remarquai cependant bientôt, que le dégagement du gaz avait cessé et que le métal fondu formait une couche unie audessus de l'oxyde fondu; j'élevai un peu la température, mais je ne pus constater d'autre résultat qu'une plus grande émission de vapeurs de sodium; je continuai de chauffer encore quelque temps et puis je terminai l'éxperience. L'oxyde obtenu et debarassé du métal a été analysé et m'a fourni une quantité de chlorure exactement équivalente à celle qu'aurait fourni un monohydrate pur; je n'avais donc obtenu que celui-ci, et le dégagement de l'hydrogène au commencement de l'opération ne s'explique que par la présence d'une certaine quantité d'hydrate supérieur.

Cette expérience semble donc démontrer que l'hydrate de soude, une fois ramené à l'état de monohydrate normal, n'est plus attaqué par le métal à la température rouge sombre; elle s'accorde d'ailleurs avec la première expérience préliminaire, qui ne m'a donnée aussi que du monohydrate, comme résultat d'une forte calcination de plusieurs fragments métalliques de sodium incomplètement oxydés et hydratés par de la vapeur d'eau à la tempé-

rature ordinaire. — Pour avoir une nouvelle preuve de l'absence de réaction entre le métal et le monohydrate je fis l'expérience suivante. Je dirigai un jet de vapeur d'eau un peu surchauffé et parfaitement sec dans un cylindre en cuivre maintenu au rouge; la vapeur arrivait par un tuyau en platine plongeant jusqu'au milieu du cylindre. Lorsque l'air fut entièrement déplacé par la vapeur d'eau et le cylindre bien rouge à l'intérieur, j'y projetai des morceaux de sodium métallique assez frequemment pour que le métal se trouva toujours en excès. Après quelque temps j'enlevai le tube amenant la vapeur, je fermai le cylindre avec un couvercle et je calcinai fortement, pour éloigner l'excès du métal, jusqu'à ce que les vapeurs de sodium ne cessassent d'apparaître. Après le refroidissement du vase je retirai le produit, qui présentait une masse cristalline blanche.

L'analyse de cet oxyde m'a encore fourni des nombres corréspondants à la formule du monohydrate avec des traces d'oxyde anhydre, qui pourrait bien provenir de l'oxydation directe des vapeurs du métal lors de la dernière calcination en l'absence de vapeur d'eau, d'autant plus que je soulevais de temps en temps le couvercle pour examiner l'intérieur du cylindre: — 0,560 gr. d'oxyde ont produit 0,831 de ClNa au lieu de 0,820 que demande la formule NaHO.

J'avais donc encore obtenu du monohydrate par l'action d'un excès de vapeur de sodium sur la vapeur d'eau.

Ces deux expériences négatives ne laissent aucun doute concernant l'action du métal sur le monohydrate, du moins aux températures ne dépassant pas le rouge sombre, et font présumer, que les relations chimiques entre le sodium, l'eau et l'hydrogène ne sont pas telles, qu'on le supposait.

L'hydrogène énergiquement déplacé par le sodium jusqu'à la formation du monohydrate ne l'est plus dès qu'il entre dans la composition du monohydrate, et l'on pouvait supposer que c'est peut-être les données thermochimiques, qui pourraient en donner une explication.

La réaction $Na + NaHO = Na_2O + H$ n'étant pas réalisable, elle ne pouvait donc pas me servir à la préparation de l'oxyde anhydre. Je devais chercher d'autres moyens pour l'obtenir. Après plusieurs tentatives je m'arretai sur la combustion directe du sodium dans des cylindres en cuivre rouge (les creusets en argent sont promptement attaqués par le métal alcalin). La dimension du cylindre la plus avantageuse est de 3 c. m. de diamètre intérieur sur 12 c. m. de hauteur et de 3—4 m. m. d'épaisseur; un tube en platine soudé à un tube en verre amène un courant continu d'air, enrichi d'oxygène (1 v. sur 4 v. d'air) et bien desseché et purifié. On chauffe fortement le cylindre et on y projète de temps en temps des morceaux de sodium métallique ou, mieux encore, on fait couler par petites portions du sodium fondu d'un petit appareil special[1]). Une fois la combustion commencée, on l'entre-

---

1) C'est un petit cylindre en fer, terminé en cône et traversé par une tige de fer terminée en pointe.

tient en ajoutant du métal, mais toujours en petite quantité à la fois; plus la combustion est conduite avec célérité, plus le produit est pur. Pendant toute la durée de l'opération le cylindre est maintenu au rouge clair tant par l'échauffement extérieur que par la combustion même du métal. Cette haute température parait la plus convenable à la production de l'oxyde.

Ce n'est que quand toutes ces conditions sont remplies, qu'on obtient un produit pur, puisque la haute température et la présence à chaque instant d'un petit excès de métal préviennent la formation du peroxyde. La combustion terminée, on couvre le cylindre avec une plaque métallique et on le calcine fortement au chalumeau pendant plusieurs minutes pour expulser les dernières traces du métal et réduire les oxydes de cuivre, qui se forment toujours pendant l'opération. Si cette dernière à été bien conduite, on obtient un produit en masse compacte d'une couleur rose; ce produit se dissout dans l'eau très rapidement sans dégagement de gaz en une liqueur limpide et incolore en laissant déposer une poudre rose de cuivre métallique. On ne réussit cependant que rarement à obtenir un oxyde d'une pareille pureté, et le plus souvent le produit contient ou du peroxyde et des oxydes de cuivre ou de petites quantités de sodium métallique. L'oxyde contenant du peroxyde ne peut servir aux expériences calorimétriques, puisqu'on ne connait pas sa chaleur de formation et d'ailleurs sa complète décomposition par l'eau est très lente; mais l'oxyde contenant de petite quantité de métal peut très bien servir aux déterminations thermochimiques, puisque les données thermiques de l'action du sodium sur l'eau sont connues et sa quantité peut-être très bien déterminée analytiquement; cela donne le moyen de faire entrer la correction nécéssaire dans le calcul des expériences. L'oxyde contenant des traces de sodium métallique est même à préférer, parce qu'il ne contient pas des oxydes de cuivre, qui parraissent donner (surtout le protoxyde Cu_2O) avec l'oxyde de sodium une combinaison chimique, dont les propriétés sont inconnues. Tous les échantillons d'oxyde, que j'employais dans mes expériences, ont été analysés par la méthode suivante. On introduit une certaine quantité d'oxyde, qu'on détermine après l'expérience, dans un tube gradué et rempli de mercure, puis on y fait parvenir 2 ou 3 c. m. c. d'eau, qui produit une forte réaction et dissout rapidement l'oxyde; après le refroidissement on mésure le gaz, s'il s'en est dégagé, et on détermine sa qualité. Si le gaz dégagé est de l'oxygène, l'oxyde qui l'a fournit est rejeté, comme contenant du peroxyde toujours accompagné d'une forte proportion d'oxydes de cuivre; si c'est de l'hydrogène, on calcule d'après son volume la quantité du métal[1]) par rapport à l'oxyde anhydre, et si sa quantité ne dépasse pas une certaine limite de 1 à 1,5 pour cent, on fait encore une seconde détermination de la quantité du gaz dégagé par le même échantillon et on prend la moyenne des deux analyses pour la faire entrer dans le calcul des expériences calorimétriques. Dans les conditions où se faisait la préparation de l'oxyde il ne pouvait

---

1) A chaque centimetre cub. d'hydrogène correspondent 2 m. gr. de sodium.

contenir que des traces d'acide carbonique et d'eau; mais comme ces impuretés peuvent avoir une grande influence sur la quantité de chaleur dégagée par l'action de l'eau sur l'oxyde, j'ai cherché à en déterminer la quantité. — Pour la détermination de l'eau je place une certaine quantité d'oxyde, qu'on titre après l'expérience, dans un tube de verre relié à un tube à chlorure de calcium pesé et je fais arriver un courant lent d'acide carbonique bien desséché, en chauffant les morceaux isolés de l'oxyde pour provoquer la réaction, qui devient très vive et qu'on doit modérer pour éviter la rupture du tube. Ainsi toute l'eau est déplacée par l'acide carbonique et retenue par le tube à chlorure de calcium, comme dans une combustion organique. La quantité d'eau, que j'ai déterminé de cette manière, a été pour la plupart des cas si insignifiante, que son influence sur la chaleur dégagée tombait dans les limites des erreures de l'expérience[1]). Quant à l'acide carbonique, l'eau de baryte ne produisait pas de trouble dans la plupart des dissolutions de l'oxyde de sodium obtenues dans le calorimètre.

Hormis ces impuretés — sodium métallique, des traces d'eau et d'acide carbonique, — l'oxyde est toujours accompagné d'une plus ou moins forte proportion (jusqu'à 15%) de cuivre métallique et de ses oxydes, provenant des parois du vase. Le cuivre métallique n'éxerce aucune influence sur la valeur thermique de la réaction, mais il n'en est pas ainsi pour le protoxyde de cuivre (Cu_2O); celui-ci forme, à ce qu'il parait, une combinaison chimique avec l'oxyde de sodium. Les échantillons, qui en contiennent plus que des traces, se dissolvent plus lentement dans l'eau et dégagent sensiblement moins de chaleur. Par conséquent, tous les échantillons contenant des quantités appréciables de protoxyde ont été rejetés, ainsi que les expériences qui avaient été faites avec de pareils échantillons. Quant à l'oxyde de cuivre (CuO), il se trouvait quelques fois comme mélange mécanique détaché des parois supérieures du vase et ne pouvait avoir alors de l'influence sur la chaleur degagée; mais s'il était incorporé à la masse il était toujours accompagné de protoxyde de cuivre ou même de peroxyde de sodium; dans tous les cas l'échantillon était rejeté.

Il s'en suit de tout ce qui vient d'être dit, que j'ai pris à tache de déterminer toutes les impuretés, qui pouvaient accompagner l'oxyde de sodium et de me rendre compte de leurs influences sur les expériences calorimétriques. Pour celles-ci j'ai toujours choisi les échantillons les plus purs, c'est à dire ceux, qui contenaient comme impureté ou du cuivre métallique seulement, ou, outre celui-ci, du sodium métallique, dont la quantité était toujours déterminée. Quant aux autres impuretés — peroxyde de sodium, eau, acide carbonique et protoxyde de cuivre — leur présence en quantité appréciable dans un échantillon le faisait rejeter.

Je suis entré dans ces détails sur la composition et l'analyse de l'oxyde de sodium employé pour que le lecteur puisse juger du dégrés de confiance, qu'on peut prétér à mes

1) Dans une seule expérience cependant la quantité d'eau n'étant pas négligeable et l'échantillon très pur, j'ai fait entrer l'eau dans le calcul.

expériences, et d'autant plus que c'est justement la difficulté d'obtenir de l'oxyde de sodium pur, qui a empeché jusqu'à présent d'en étudier les propriétés chimiques et thermochimiques.

La détermination de la chaleur d'hydration ne présente pas de grandes difficultés, puisque la dissolution s'effectue très rapidement et toute la durée d'une opération calorimétrique ne dépasse trois ou quatre minutes. Le calorimètre que j'ai employé était un vase cylindrique à bords resserés en cuivre rouge argenté à l'intérieur et de plus de deux litres de capacité. L'agitateur se composait d'une plaque en cuivre argenté découpée en six lobes, dont les deux bords étaient recourbés en sens divers; le centre était percé d'une ouverture pour le thermomètre. Le vase calorimétrique se fermait par une plaque en ébonite, percée de trois ouvertures, une centrale pour le thermomètre et deux latérales pour les tiges de l'agitateur. — Pour la mésure de la température je disposais d'un thermomètre de Bodin de 20 divisions en un degré; en supposant qu'à la lecture l'erreur ne surpasse pas un quart de division, corréspondant à $\frac{1}{80}^\circ$, et l'élévation de température étant en moyenne de 3°, on a une erreur moyenne de $\frac{1}{240}$ ou 0,4% de la quantité totale de calories.

Comme exemple je présente les donnés d'une expérience (№ 4). Le calorimètre contenait 2000 gr. d'eau; les parties métalliques du calorimètre valaient en eau 89 gr.

t° avant l'expérience	+ 13,55	température du laboratoire..... + 16°
t'° après l'expérience	+ 16,85	
Elévation	3°,3, ce qui fait en calories = 6883,7.	

La quantité d'oxyde de sodium employé, trouvée d'après l'analyse de 100 c. c. du liquide obtenu, était = 7,737 gr.; par conséquent pour une molécule d'oxyde Na_2O (= 62) on obtient le nombre + 55242 calories. L'échantillon d'oxyde employé pour l'expérience contenait comme impureté 8% de cuivre métallique et des traces de métal alcalin, qui cependant a été déterminé. Dans le tube à mercure en présence de l'eau 1,32 gr. d'oxyde (le cuivre metall. retranché) ont dégagé 1,2 c. c. d'hydrogène ramené à 0° et à la pression normale; dans une seconde analyse 3 gr. d'oxyde ont dégagé 2 c. c. d'hydrogène, ou, en prenant la moyenne, 4,32 gr. d'oxyde dégagent 3,2 c. c. d'hydrogène, ce qui corréspond à 0,0062 de Na métallique; on a donc 0,15 pour cent de sodium, c'est à dire que le métal forme une $\frac{1}{666}$ partie de la substance. En s'appuyant sur la détermination de J. Thomsen de la chaleur dégagée par l'action du sodium métallique sur l'eau (86,90 pour Na_2), qui est à peu près une fois et demie plus grande que la quantité de chaleur que dégage l'oxyde en s'hydratant, la quantité de calories à retrancher du nombre obtenu sera 42 c. (la 3me partie de ce que dégagerait la quantité trouvée de sodium métallique); on voit par cet exemple, que la correction est insignifiante et négligeable pour des quantités aussi faibles. On obtient donc pour la chaleur d'hydratation totale et de dissolution — c'est à dire pour la réaction $Na_2O + H_2O + aq = 55242 - 42 = 55200$. Le liquide alcalin du calorimètre ne donnait pas de réaction avec l'eau de baryte et, par conséquent, ne contenait pas de traces sensibles d'acide carbonique. Quant à la quantité

d'eau ou, mieux, d'hydrate, elle n'a pas été déterminée, puisque l'échantillon, ayant été préparé dans de très bonnes conditions et rapidement, il ne pouvait contenir que des traces d'hydrate, comme je me suis convaincu dans d'autres cas semblables.

Plusieurs de mes expériences calorimétriques on manqué à cause de l'action trop vive de l'eau sur l'oxyde, si celui-ci était trop divisé, ou à cause de quantités un peu fortes de sodium métallique contenu, surtout si le métal n'était pas reparti assez uniformement dans la masse.

Je présente dans la table suivante les données des expériences exécutées dans de bonnes conditions:

№ des expériences.	Eau et calorimètre.	t'°—t°	Quantité d'oxyde employé.	Hydration totale $Na_2O + H_2O + aq$	Formation du monohydrate $Na_2O + H_2O$	Oxydation $Na_2 + O$	Action de l'hydrogène $Na_2O + H = {Na \atop H}O + H$
4	2000 gr. + 89	3°,3	7,737	55200 c.	35640	100060	+ 2390
9	2000 + 89	3°,56	8,074	54780	35220	100480	+ 1870
13	2000 + 90	3°,825	8,65	54238	34678	101022	+ 1328
14	2000 + 90	3°,15	7,05	54844	35284	104416	+ 1934
Moyenne				54766	35206	100494	+ 1881
Moyenne sans l'expérience № 13. .				54855	35381	100405	+ 2065

On s'aperçoit d'après l'examen de cette table que les nombres obtenus s'accordent assez bien et s'écartent très peu de la moyenne; l'accord devient encore plus satisfaisant si on laisse de côté les nombres du № 13 comme trop faibles.

Je crois que les nombres les plus forts sont les plus exacts, et en prenant la moyenne des deux expériences № 4 et № 14, on obtient pour la chaleur de l'hydratation totale le nombre rond 55000 c.; alors on a 100260 calories pour la chaleur d'oxydation du sodium et 35440 calories pour la réaction $Na_2O + H_2O = 2 {Na \atop H} O$, nombres très peu différents d'ailleurs de la moyenne de toutes les quatorze déterminations.

Une fois que la chaleur de l'hydration de l'oxyde de sodium anhydre est connue, on en déduit la chaleur de l'oxydation du métal d'après les données de J. Thomsen. D'après les expériences et les calculs de ce savant, la réaction $Na_2 + O + aq$ dégage + 155260 c., mais puisque la chaleur de l'hydratation est réprésentée par la moyenne 55000 c., que je crois

la plus probable, on obtient pour la chaleur de formation de l'oxyde anhydre solide avec les éléments ($Na_2 + O = Na_2O$) 100260 c., ou pour chaque atome de sodium (23) 50130 c.

Ce nombre dépasse de beaucoup la chaleur de formation de l'eau, qui n'est que de 69000 c. ou 34500 c. pour chaque atome d'hydrogène. Cela explique suffisamment la réaction énergique du sodium sur l'eau avec déplacement de l'hydrogène; mais la réaction, comme on l'a vu, s'arrète dès qu'un atome d'hydrogène de l'eau est déplacé et qu'il s'est formé du monohydrate NaHO, qui n'est pas attaqué même en présence d'un excès de métal et à une température assez haute. La chaleur de l'hydratation, et notamment celle de l'action de la première molécule d'eau, va nous donner une explication de ce phénomène. L'hydratation complète dégageant 55000 c. et l'hydratation ultérieure et la dissolution dans l'eau du monohydrate $2\genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{H}O + aq.$, d'après les indications de M. Bertelot, donnant 19560 c., on a pour la combinaison de la première molécule d'eau, c'est à dire pour la réaction $Na_2O + H_2O = 2\genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{H}O$, $55000 - 19560 = + 35440$ c., ou pour une molécule de monohydrate $= + 17720$ calories. En ajoutant ce nombre à la chaleur d'oxydation d'un atome hydrogène, on obtient la somme 52220 c., qui dépasse la chaleur d'oxydation d'un atome (23) de sodium (50130 c.) de 2090 calories. Ainsi la somme calorimétrique de la formation de l'eau et de la combinaison de la première molécule d'eau avec l'oxyde de sodium anhydre est plus forte, que la chaleur d'oxydation du sodium seul. Par conséquent, le déplacement de l'hydrogène dans le monohydrate de sodium par le sodium n'est plus une réaction exothermique, mais endothermique, c'est à dire donnant lieu non à un dégagement de chaleur, mais à une absorbtion de 2090 calories

$$\genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{H}O + Na = Na_2O + H = - 2090.$$

Ceci explique suffisamment pourquoi le sodium métallique ne réagit point sur le monohydrate et n'en déplace pas l'hydrogène; on sait en effet que les réactions accompagnées d'une absorbtion de chaleur ne se produisent que dans des conditions exclusives et demandent en général le concours du temps et d'une haute température. Ce n'est pas dire cependant que ces conditions ne puissent pas être réalisées, et dans le cas qui nous occupe il est probable, qu'on parviendrait à déplacer une partie et même la totalité de l'hydrogène du monohydrate, en faisant agir sur lui un grand excès de sodium métallique à une très-haute température longtemps soutenue.

Si la réaction $Na + \genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{H}O = H + Na_2O$ est endothermique et ne se produit pas dans les conditions, où mes expériences ont été faites (excès de métal et température du rouge sombre), la réaction inverse, c'est à dire l'action de l'hydrogène sur l'oxyde anhydre avec déplacement du sodium métallique et formation du monohydrate, doit s'effectuer d'après les principes de la thermochimie exothermique et égaler la première, mais avec un signe con-

traire. C'est à dire que la réaction $Na_2O + H = {}^{Na}_{H}O + Na$ doit dégager + 2090 c. et être plus ou moint facilement réalisable; c'est ce que l'expérience va nous prouver.

Pour réaliser la réaction du déplacement du sodium par l'hydrogène, prévue par la théorie, j'ai choisi un échantillon d'oxyde qui ne contenait comme impureté que du cuivre métallique; il fut placé dans la partie recourbée et effilée d'un long tube en verre, dont la partie ouverte plongeait dans du mercure. On fit passer quelque temps par le tube effilé de l'hydrogène bien pur et bien sec, et quand l'air de l'appareil fut ainsi déplacé par l'hydrogène, je fermai au chalumeau le tube capillaire et je commençai à chauffer lentement l'oxyde. A une température, qui parait ne pas dépasser 300°, celui-ci se boursoufla et prit une teinte noirâtre, et en même temps le mercure commença à monter; en continuant à chauffer je vis des globules métalliques apparaître sur la masse de l'oxyde semifondu; le mercure monta rapidement et quoique je cessasse de chauffer il attint la partie échauffée et produisit la rupture du tube. Néanmoins le produit de la réaction a pu être sauvé et examiné; il contenait des particules métalliques, qui furent détachées et projetées sur du papier humide, où elles s'enflammèrent et brulèrent avec la flamme caractéristique du sodium. L'expérience a été répétée avec plus de ménagement et le mercure s'arreta avant d'atteindre le coude du tube; après le refroidissement de l'appareil on y a introduit un peu d'eau, qu'on fit parvenir jusqu' à l'oxyde en inclinant le tube; — aussitôt il se dégagea de l'hydrogène, mais pas tout à fait autant, qu'il en a été absorbé. Cette circonstance tient sans doute à ce qu'une partie du métal a pu être oxydée aux dépens de la silice du verre dans les endroits surchauffés, et probablement aussi — à des traces de suboxyde de cuivre.

Cette expérience a été répétée ensuite plusieurs fois avec le même succès et a servi comme démonstration à une des leçons du cours. Il ne reste donc aucun doute sur le déplacement facile du sodium par l'hydrogène dans l'oxyde anhydre. Ainsi les deux éléments métalliques se déplacent mutuellement dans leurs combinaisons avec l'oxygène et néanmoins ces deux réactions contraires s'accordent avec les données thermochimiques et marchent toutes les deux dans le sens du dégagement de la chaleur, comme la plupart des réactions chimiques qui s'effectuent à des températures moderées — marche que M. Berthelot a cru devoir ériger en *principe du travail maximum.*

En considérant, avec la plupart des chimistes, le monohydrate de sodium comme dérivant d'une seule molécule d'eau et représenté par la formule typique ${}^{Na}_{H}O$, où l'oxygène, élément bivalent, retient deux éléments mono-métalliques, on a quelque difficulté à se rendre compte de la valeur thermochimique de sa formation, d'où dérivent ses propriétés; tandis que l'ancienne formule du monohydrate Na_2O, H_2O rend très facile l'interprétation de la grande quantité de chaleur dégagée par la combinaison d'une molécule d'oxyde anhydre avec une molécule d'eau pour former une seule molécule plus complète: $Na_2O + H_2O = Na_2O, H_2O$, au lieu d'une réaction de double échange $Na_2O + H_2O = 2\,{}^{Na}_{H}O$. Dans ce der-

nier cas, où les molécules restent separées et les deux éléments métalliques combinés ou, si l'on veut, saturés par l'oxygène après comme avant la réaction, — on pourrait dire, qu'il ne s'est produit aucune combinaison nouvelle. Dans un double échange salin — par exemple $\frac{Na}{H}O + HCl = NaCl + H_2O$ — le déplacement conduit à de nouvelles combinaisons: l'hydrogène, au lieu d'être saturé par le chlore, se combine à l'oxygène, et le sodium, au-lieu d'être lié à l'oxygène, devient saturé par le chlore, tandis que dans la réaction, qui produit le monohydrate de sodium par l'action de l'eau sur l'oxyde, on dirait que rien n'a changé; l'état de combinaison restant le même, d'où vient donc la grande quantité de chaleur dégagée? Mais si l'ancienne formule Na_2O, H_2O semble mieux expliquer le dégagement de la chaleur par la combinaison de deux molécules, elle rend par contre l'interprétation de la réaction du déplacement du sodium par l'hydrogène presque impossible. Cette réaction devrait se produire alors avec deux molécules distinctes et par deux réactions successives: $Na_2O + H_2 = Na_2 + H_2O$; $Na_2O + H_2O = Na_2O, H_2O$; cela suppose, en un mot, le déplacement total du sodium de l'une des molécules de l'oxyde, ce qui est inadmissible au point de vue thermochimique. Avec la formule typique $\frac{Na}{H}O$ on n'a pas à répondre à de pareilles objections, et la réaction plus simple $Na_2O + H = \frac{Na}{H}O + Na$ s'accorde tout simplement avec le fait, que le remplacement d'un atome de sodium dans l'oxyde anhydre par l'hydrogène dégage de la chaleur. — La formule Na_2O, H_2O de l'hydrate, ne s'accordant pas avec le fait de sa formation par l'action de l'hydrogène sur l'oxyde anhydre, il reste, si l'on admet la formule typique $\frac{Na}{H}O$, à se rendre compte du grand dégagement de chaleur (34400), corréspondant à la réaction de la première molécule d'eau sur l'oxyde — fait qui parait s'accorder mal, comme j'ai cherché à le démontrer plus haut, avec l'équation du double échange $Na_2O + H_2O = \frac{Na}{H}O + \frac{Na}{H}O$, qui représente cette réaction. Quant à l'action de l'hydrogène sur l'oxyde anhydre, elle a sa cause dans les données thermochimiques. C'est en partant de ces données et des relations des équivalents des trois éléments — oxygène, sodium et hydrogène — mis en jeu dans toutes ces réactions, que je vais chercher à interpréter les réactions chimiques, dont l'étude nous occupe.

Les trois combinaisons oxygénées — eau H_2O, oxyde de sodium Na_2O et monohydrate $\frac{Na}{H}O$ — contiennent la même quantité d'oxygène 16, corréspondant à un volume ou à un atome; dans la première combinaison il est saturé par 2 en poids d'hydrogène corréspondant à 2 vol. (2 at.), dans la seconde par 46 de sodium représentant 2 at. (2.23) et dans la troisième par 24 en poid, réprésentant 2 at. de deux éléments métalliques. Ces trois masses métalliques — 2, 46 et 24 — sont équivalentes entre elles et représentent des groupes bivalents, équivalents à 16 d'oxygène.

Le premier groupe, en se combinant à l'oxygène, dégage 69 cal., le second (Na_2) 100 c. et le troisième 102 c.; on voit donc que des trois radicaux métalliques H_2, Na_2, NaH, le dernier groupe mixte est celui, qui dégage le plus de chaleur — qui, par conséquent, sature plus complètement l'oxygène. La quantité de chaleur que dégage ce groupe hydro-sodique n'est guère la moyenne de ce que dégagerait l'hydrogène et le sodium avec un atome d'oxygène — ce n'est pas la somme des chaleurs de combinaison d'un atome de chacun des éléments. Cette somme ou cette moyenne serait de 84,5 c. au lieu de 102 cal.; il y a donc un excès de + 17,5 c.

Cet excès je ne crois pas pouvoir l'expliquer par l'action réciproque de l'hydrogène et du sodium tous deux combinés à l'oxygène; je pense au contraire que c'est l'oxygène lui-même qui dégage plus de chaleur avec le groupe mixte. Si l'on suppose cet excès d'énergie chimique repartie également entre les deux éléments métalliques, nous aurons pour la chaleur d'oxydation du sodium (23) dans le monohydrate 50 + 8,75, soit 58,75 c., et pour la chaleur d'oxydation de l'hydrogène 34,5 + 8,75 = 43,25 au lieu de 50 c. pour le sodium et 34,5 pour l'hydrogène. On dirait que l'affinité de ces deux éléments agissant ensemble s'est accrue. Il est probable que ce fait a sa raison dans la relation de l'énergie chimique avec l'égalité des poids combinés — principe que j'ai énoncé dès 1859[1]) et que j'ai développé en 1865 dans mes études sur le déplacement des éléments[2]) (publication en langue russe; en extrait dans le Zeitschrift für Chemie). D'après ce principe, les séries de corps chimiquement différents (éléctropositifs et éléctronégatifs) ont une tendance à se repartir par déplacement simple et par double déplacement en des combinaisons, dans les quelles la relation des masses combinées ou équivalentes se rapproche de l'unité. Dans le cas, qui nous occupe, ces rapports des masses équivalentes sont representés par les nombres suivants: $\frac{Na_2}{O} = \frac{46}{16}$; $\frac{NaH}{O} = \frac{24}{16}$; $\frac{H_2}{O} = \frac{2}{16}$; ce rapport pour le monohydrate se rapproche le plus de l'unité ou, mieux, de l'égalité des masses combinées, tandis que pour l'oxyde de sodium et pour l'eau il s'en éloigne le plus; dans le premier c'est l'élément métallique qui prédomine, dans l'autre c'est l'oxygène. Pour faire ressortir ce principe, il suffit de se rappeler que les combinaisons les plus énergiques de l'oxygène (d'après la quantité de chaleur dégagée) et les plus stables sont justement celles, qui s'accordent le plus avec le principe de l'égalité des masses combinées; ainsi dans la silice ce rapport est $= \frac{14}{16}$, dans l'alumine $= \frac{18}{16}$ et pour l'oxyde de beryllium $= \frac{9}{16}$. Pour le lithium ce rapport est de $\frac{14}{16}$ et pour son monohydrate $\frac{8}{16}$; il est donc probable, que l'hydrogène ne déplacera pas le lithium de son oxyde anhydre Li_2O et que sa

1) Bulletin de la société chimique de Paris. 1859. Déplacement du baryum par l'aluminium.

2) Изслѣдованія надъ явленіями вытѣсненія однихъ элементовъ другими. 1865.

chaleur d'hydratation sera moins forte que celle de l'oxyde de sodium, et qu'en revanche sa chaleur d'oxydation sera plus haute; c'est le contraire qui devra avoir lieu pour les combinaisons analogues du potassium. C'est ce que je *me propose d'éclaircir par les recherches* éxperimentales que je poursuis[1]).

II. Action du sodium sur l'oxyde de mercure.

La préparation de l'oxyde de sodium anhydre par l'action du métal sur le monohydrate ne réussit pas, comme on l'a vu, et cet oxyde a été obtenu pour mes expériences par la combustion directe du métal; mais avant de m'arreter sur cette méthode, j'ai fait plusieurs tentatives pour l'obtenir par l'action du sodium sur des oxydes facilement réductibles, comme l'oxyde de cuivre et de plomb. Cependant le produit obtenu étant trop impur j'abandonnai ces oxydes et je choisis pour mes expériences l'oxyde rouge de mercure, comme présentant toutes les conditions nécéssaires pour obtenir un produit parfaitement pur. En effet, l'oxyde de mercure est non seulement un oxyde des plus réductibles, mais il se dissocie à une température comparativement basse, et puis, le métal de l'oxyde étant volatil, son excès pouvait être facilement éloigné. Je craignais seulement une action trop vive entre le métal alcalin et l'oxyde. Une expérience préliminaire dans une petite capsule en fer, où j'avais tassé de l'oxyde de mercure entremélé de sodium en morceaux, me montra en effet que la réaction, quoique sans explosion, est fort vive et en même temps fort incomplète à cause de l'impossibilité de mélanger convenablement le sodium avec l'oxyde. Pour tourner toutes ces difficultés je préparai un alliage de sodium et de mercure dans le rapport atomique 200 : 23. Cet alliage dur et cristallin fut réduit en poudre et mélangé[2]) avec une quantité équivalente d'oxyde de mercure pour produire la réaction: $2HgNa + HgO = Na_2O + 3\,Hg$.

Ce mélange fut placé dans un cylindre en fer muni d'un tube de dégagement et d'un couvercle. Le mélange n'occupait que la moitié de la capacité du cylindre; celui-ci fut progressivement chauffé par une grande lampe à gaz et sous un fort tirage; bien avant le rouge la réaction se produisit avec un léger bruissement, la masse se boursoufla, souleva le couvercle et se déversa un peu; en même temps des vapeurs de mercure se dégagèrent en abondance accompagnés de vapeurs de sodium. Quand la masse s'affaisa et que la réaction parût être terminée, j'élévai la température et je la poussai jusqu'au rouge, — les vapeurs de mercure continuaient à se dégager mais moins abondantes. Après plus d'une heure d'un pareil chauffage, il sé dégageait encore des traces de vapeurs de mercure, puisque une plaque de cuivre placée pour quelques instants sur le cylindre à la place du couvercle se couvrit

---

1) Mes expériences récentes sur l'oxyde anhydre du potassium semblent déjà confirmer ces prévisions théoriques.

2) Le mélange doit être fait avec précaution en évitant le frottement et la pression, car les points frottés s'enflamment.

de fines gouttelettes de mercure. Je continuai à chauffer et j'ajoutai même encore un bruleur pour élever la température, mais après plus d'une demi-heure de ce chauffage nouveau on pouvait encore déceler la présence des vapeurs de mercure par la plaque de cuivre.

J'en conclus que j'avais affaire à la dissociation d'une combinaison et non à une évaporation de mercure métallique. Je laissai refroidire le vase de fer et j'examinai ensuite le produit de la réaction; il présentait une masse poreuse homogène d'une couleur blanc-grisâtre; à l'air cette masse prenait promptement une couleur rougeâtre; humectée d'eau, elle devenait rouge; dans une plus grande quantité d'eau elle se résolvait en poudre rouge pésante, présentant tous les caractères de l'oxyde de mercure placé dans une dissolution alcaline. — C'était donc une combinaison des deux oxydes analogue à celles obtenues par Meunier (1865. C. R. t. 60). L'analyse du produit obtenu a confirmé cette supposition: 2,757 gr. ont fourni 2,022 gr. HgO et 0,735 gr. Na_2O, ce qui corréspond à quatre molécules d'oxyde de sodium. C'est probablement un mélange d'une combinaison définie $\genfrac{}{}{0pt}{}{Na_2}{Hg}O_2$ avec de l'oxyde de sodium produit par la dissociation de cette combinaison.

Cette combinaison d'un blanc-grisâtre est un réactif des plus sensibles pour la vapeur d'eau: il suffit de l'exposer pour quelques instants à l'air pour qu'elle prenne une teinte rougeâtre; l'haleine la fait passer momentanement à une couleure rouge sur la surface; l'eau la décompose promptement en oxyde rouge de mercure et en soude caustique avec une certaine élévation de température, mais beaucoup plus faible que celle qu'on observe avec l'oxyde de sodium anhydre. Je n'avais pas à ma disposition assez de matière pour déterminer la valeur calorimétrique de sa dissolution dans l'eau, dont on aurait put déduire la chaleur de combinaison des deux oxydes. Ce n'est pas tant les propriétés de ce corps, que les circonstances de sa formation, qui méritent quelque attention; la réaction ne se passe pas d'après l'équation $2\genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{Hg} + HgO = Na_2O + 3\,Hg$, comme on pouvait s'y attendre d'après la proportion du mélange et les propriétés de l'oxyde de mercure. Ce n'est que la moitié de celui-ci, qui a été réduite, tandis que l'autre est entrée en combinaison avec l'oxyde de sodium, dont presque la moitié s'est échappée avec les vapeurs de mercure; la réaction a été à peu près:

$$4\genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{Hg} + 2\,HgO = Na_2O,\ HgO + Na_2 + 5\,Hg.$$

Je ne crois pas cependant en pouvoir conclure que le sodium ne puisse réduire ce double oxyde; c'est plutôt le manque d'homogénéité du mélange et la rapidité de la réaction, qui ont permi à une certaine quantité de sodium d'échapper à la réaction. Je crois donc très probable qu'avec un excès de sodium on pourra obtenir de l'oxyde anhydre et pur. Tout de même la formation d'un oxyde double à une température, où l'un des oxydes se dissocie, et puis la grande stabilité de cette combinaison à une haute température sont

assez remarquables[1]). Il est très probable qu'il existe une combinaison analogue entre l'oxyde de sodium et le protoxyde de cuivre Cu_2O; c'est une pareille combinaison qui doit se former pendant la préparation de l'oxyde de sodium par la combustion du métal dans un cylindre de cuivre. J'ai déjà eu l'occasion de signaler le protoxyde de cuivre parmi les impuretés de l'oxyde de sodium, que cet oxyde laisse déposer après sa dissolution dans l'eau; mais ce qui est à remarquer c'est que le protoxyde se sépare à l'état d'hydrate et non à l'état anhydre, ce qui devrait être si le protoxyde existait à l'état de simple mélange, puisque le protoxyde de cuivre formé à une haute température n'a pas la propriété de s'hydrater en présence de l'eau; — il est donc naturel d'admettre qu'il se forme par double échange d'une combinaison préexistante, d'après l'équation: $\genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{Cu}O + H_2O = \genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{H}O + \genfrac{}{}{0pt}{}{Cu}{H}O$.

Mes observations semblent donc confirmer l'existance d'une série d'oxydes doubles analogues aux hydrates et dont plusieurs ont été déjà obtenus ou seulement signalés par d'autres chimistes.

III. Action de l'acide (anhydride) carbonique et de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de sodium.

Pendant la préparation de l'oxyde de sodium par la combustion du métal, de la vapeur d'eau pouvait s'introduire dans le cylindre[2]). Pour apprécier la quantité d'eau qui pouvait ainsi hydrater une certaine quantité d'oxyde de sodium, j'ai appliqué, comme on l'a vu, la méthode de la transformation de l'oxyde en carbonate, qui a été décrite dans le premier chapitre. C'est en appliquant cette méthode que j'ai pu observer l'action de l'anhydride carbonique sur l'oxyde de sodium. A la température ordinaire, comme on le pouvait prévoir d'après l'analogie avec d'autres cas semblables déjà connus, l'action est nulle ou presque nulle. (Un morceau d'oxyde, resté plus d'un mois en contact avec de l'acide carbonique dans un tube plongé dans le mercure, n'a pas sensiblement changé le volume du gaz). Mais si l'on chauffe l'oxyde placé dans un tube de verre traversé par un courant d'acide carbonique, on remarque bientôt une action très vive: le morceau échauffé devient incandescent, et si l'on accelère le courant de gaz il se produit une véritable combustion, qui se communique de proche en proche aux morceaux d'oxyde en même temps que le gaz est rapidement absorbé. Cette grande énergie de la combinaison des deux anhydrides pouvait être prévue et expliquée par les données thermochimiques. En effet, en connaissant la chaleur de l'hydratation de l'oxyde de sodium anhydre, on peut calculer la quantité de chaleur dégagée par cette réaction d'après la chaleur de neutralisation de l'hydrate de soude dissous par l'acide carbonique dissous, la chaleur de dissolution de l'acide carbonique, et la chaleur

1) Je viens d'obtenir une combinaison analogue entre l'oxyde de potassium et d'argent, aussi très stable.

2) Cette eau provenait surtout des produits de la combustion du gaz de la lampe. Pour parer à cet inconvénient j'ajustai sur le cylindre, tout près de son ouverture, une plaque de tôle, qui rejetait le gaz.

de dissolution du carbonate de soude déterminées par M. M. Berthelot et J. Thomsen:

$$CO_2 + Na_2O = \underset{CO_2,aq. + 2\,NaHO,\,aq.}{20300\ cal.} + \underset{Na_2O + aq.}{55000\ cal.} - \underset{CO_3Na_2 + aq.}{5540\ cal.} + \underset{CO_2 + aq.}{5700\ cal.} = +75460\ calories.$$

Ou bien, d'après les dernières tables des chaleurs de formation des carbonates publiées par M. Thomsen (J. pr. Ch. 11. 233), on a: $Na_2 + O + CO_2 = +175680$ c.; en faisant la soustraction de la chaleur d'oxydation du sodium $Na_2 + O = 100400$ c., on obtient $+75280$ c., — à peu près le même nombre. C'est une quantité plus forte que la chaleur de combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène, et il est naturel que cette réaction, une fois provoquée par une élévation de température, continue d'elle-même en présentant un véritable phénomène de combustion. Quant à l'absence de l'action entre l'acide carbonique et l'oxyde à la température ordinaire — c'est un fait connu depuis longtemps que les anhydrides se comportent en l'absence de l'eau comme des corps indifférents et sont sans action chimique sur les oxydes basiques; c'est ainsi que se comporte par exemple l'anhydride sulfurique vis-à-vîs de l'oxyde de baryum à la température ordinaire, mais chauffé cet oxyde brûle dans les vapeurs de l'anhydride. — Cette passivité des combinaisons oxygénées des métalloides a servi même comme un argument contre l'ancienne théorie des acides de Lavoisier, — c'est à tort cependant, car c'est une question de structure et non d'énergie chimique. Quant à l'énergie, elle est certainement plus forte dans les anhydrides que dans les acides, mais elle doit être provoquée par une élévation de température, comme c'est le cas pour l'action mutuelle des corps simples, avec la quelle l'action mutuelle des anhydrides acides et basiques a une grande analogie. — La différence des propriétés des acides et de leurs anhydrides, qui se traduit par leur action inégale sur les bases, s'éxplique par la différence des réactions elles-mêmes. La saturation d'un acide par une base est un double échange d'éléments ou de radicaux analogues entre deux molécules, qui rèstent séparées après la réaction et sans changer leurs types primitifs; dans l'action des anhydrides c'est toujours un nouveau type qui se forme—ou par la réunion de deux molécules dans une seule, ou par l'échange de parties dissemblables entre deux molécules. Le changement de l'état dynamique des éléments est plus profond dans l'acte de combinaison des anhydrides que dans l'acte de saturation des acides par les bases. C'est ce changement d'état, qui se manifeste par un abondant dégagement de chaleur.

Je terminerai ce mémoire par la description des mes observations sur l'action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de sodium. — On pouvait supposer que cette action devrait avoir qulque analogie avec l'action de l'hydrogène sur le même oxyde. La chaleur de l'oxydation de l'oxyde de carbone en acide carbonique est presque la même que celle de la formation de l'eau, et la chaleur de combinaison de l'anhydride carbonique, comme on vient de le voir, est encore plus forte que celle de l'hydratation; la somme des actions thermiques de ces deux combinaisons dépasse de beaucoup la chaleur de l'oxydation d'un molécule de sodium: $(CO + O = 67\ c.) + (CO_2 + Na_2O = 75\ c.) = 142\ c.$ — $(Na_2 + O = 100\ c.)$

$= +42$ c. — D'après ces données thermochimiques on pouvait prévoir une action réductrice de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de sodium. C'est ce que l'expérience est venue confirmer.

L'oxyde de sodium ne contenant pas des oxydes de cuivre fut chauffé dans un courant d'oxyde de carbone préparé par l'action de l'acide sulfurique sur l'acide formique. A une température, qui ne dépassait pas celle à la quelle commence l'action de l'hydrogène[1]), on vit se reproduire à peu prês les mêmes phénomènes qu'avec ce dernier: l'oxyde se boursoufle, noircit et laisse apparaître des gouttelettes métalliques, en même temps que le gaz est absorbé.

En traitant la masse par l'eau, on obtient de l'hydrogène, et en ajoutant ensuite un excès d'acide sulfurique, on dégage à peu-près le même volume d'acide carbonique. Le volume de l'oxyde de carbone absorbé est toujours plus fort que celui de l'hydrogène ou de l'acide carbonique dégagé[2]). Il s'est donc formé du sodium métallique et du carbonate de soude, ce qui s'explique par la réaction $2Na_2O + CO = Na_2CO_3 + Na_2$, qui diffère de celle qui a lieu avec de l'hydrogène en ce qu'il y entre deux molécules d'oxyde de sodium. Il est peu probable cependant que la réduction se produise dans une seule molécule, tandis-que l'autre se combinerait avec de l'acide carbonique produit aux dépens de la première molécule. On devrait avoir alors deux réactions successives:

$$Na_2O + CO = Na_2 + CO_2 \text{ et } Na_2O + CO_2 = Na_2CO_3.$$

Du point de vue thermochimique cette marche de la réaction est inadmissible, puisque la première réaction est fortement endothermique, produisant une absorbtion de 33,000 calories. On est donc amené à supposer que l'oxyde de carbone agit simultanément sur les deux molécules d'oxyde de sodium, en déplaçant deux atomes de métal; ce qui donne une réaction unique et exothérmique:

$$\begin{matrix} Na - O - Na \\ Na - O - Na \end{matrix} + CO = \begin{matrix} Na - O \\ Na - O \end{matrix} > CO + Na_2 \cdot$$

La formule binaire du carbonate Na_2O, CO_2 ne peut pas rendre compte de la réaction, puisqu'elle suppose la préexistance dans le sel d'une molécule d'oxyde intact et par consequent on devrait alors admettre la réduction total d'une autre molécule.

1) Cette temperature de l'action de CO sur Na_2O a été déterminée un de ces jours; elle se trouve entre 290° et 310°.

2) Cela s'explique par la réaction secondaire de l'oxyde de carbone sur les vapeurs du sodium métallique, car on voit se former un enduit charbonneux sur les parois supérieurs du tube audessus de l'oxyde. Mais si on ne dépasse pas la température de 320°, le volume de CO est égal aux volume de l'hydrogène et de l'acide carbonique; il ne se forme donc pas alors de combinaison entre Na et CO.

Ouvrages physiques et chimiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences.

T. VI, № 1. **Lenz, E.** Betrachtungen über Ventilation in unseren Klimaten. 1863. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XV, № 7. **Boutlerow, M.** Sur la structure chimique de quelques hydrocarbures non-saturés. 1870. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XVII, № 5. **Jacobi, M.** Untersuchungen über die Construction identischer Aräometer und insbesondere metallischer Scalen- und Gewichts-Alcoholometer, nebst Anhang über den Einfluss der Capillaritäts-Erscheinungen auf die Angaben der Alcoholometer. 1871. (Mit 2 Kupfertafeln.) Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

№ 9. **Boutlerow, M.** Sur l'oxydation du triméthylcarbinol et des alcools tertiaires en général. 1871. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XVIII, № 8. **Wild, H.** Études métrologiques. 1872. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXI, № 7. **Boutlerow, M.** Sur les propriétés de l'acide triméthylacétique et sur ses dérivés. 1874. Pr. 25 K. = 80. Pf.

T. XXII, № 6. **Setschenow, J.** Ueber die Absorption der Kohlensäure durch Salzlösungen. 1875. Pr. 50 K. = 1 Mk 70 Pf.

T. XXIII, № 4. **Boutlerow, M.** Condensation des hydrocarbures de la série éthylénique. **2.** Sur l'isodibutylène, l'une des variétés isomériques de l'octylène. 1876. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 8. **Wild, H.** Metrologische Studien. 1877. (Avec 4 pl.) Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XXIV, № 6. **Wischnegradsky, A.** Ueber verschiedene Amylene und Amylalkohole. 1877. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXV, № 5. **Menschutkin, N.** Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. (Avec 2 pl.) 1877. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XXVI, № 3. **Lenz, R.** Ueber den galvanischen Widerstand verdünnter Lösungen von Verbindungen des Kalium, Natrium, Ammonium und des Wasserstoffs. 1878. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 4. **Hasselberg, B.** Studien auf dem Gebiete der Absorptionsspectralanalyse. 1878. (Avec 4 pl.) Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

№ 8. **Wild, H.** Ueber die Bestimmung der absoluten Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium. 1878. (Avec 3 pl.) Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

№ 9. **Menschutkin, N.** Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. Deuxième mémoire. 1879. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 14. **Chwolson, O.** Ueber die Dämpfung von Schwingungen bei grösseren Amplituden. 1879. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXVII, № 1. **Hasselberg, B.** Ueber das durch electrische Erregung erzeugte Leuchten der Gase bei niedriger Temperatur. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 3. **Boutlerow, M.** Condensation des hydrocarbures de la série éthylénique. **3.** Sur l'isotributylène. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXVIII, № 3. **Chwolson, O.** Allgemeine Theorie der magnetischen Dämpfer. 1880. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Janvier, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 3.

DAS MAGNETISCHE UNGEWITTER

vom 30. Januar bis 1. Februar (n. St.) 1881.

VON

H. Wild.

Mit 5 Curven-Tafeln.

(Lu le 9 Février 1882.)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 60 Kop. = 2 Mrk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, № 3.

DAS

MAGNETISCHE UNGEWITTER

vom 30. Januar bis 1. Februar (n. St.) 1881.

VON

H. Wild.

(Mit 5 Curven-Tafeln.)

(Lu le 9 Février 1882.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 60 Kop. = 2 Mrk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Avril 1882. C. Vessélovsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimérie de l'Académie Impériale des sciences.
(Wass.-Ostr., 9 ligne № 12.

In der Nacht vom 31. Januar auf den 1. Februar (n. St.) 1881 zeigte sich im meteorologisch-magnetischen Observatorium zu Pawlowsk eine ungewöhnlich starke magnetische Störung [1]), indem bei der Declination Variationen bis über 2°, bei der Horizontal-Intensität solche bis über 0,06 absoluten Gauss'schen Maasses beobachtet wurden. Da meine frühere Bearbeitung des magnetischen Ungewitters vom 11. — 14. August 1880 [2]) es mir wünschenswerth erscheinen liess, zur Bestätigung einiger dort gezogener Schlüsse noch weitere Störungen auf wo möglich breiterer thatsächlicher Grundlage zu behandeln, so beschloss ich dieses zweite grössere Ungewitter einer nähern Untersuchung zu unterwerfen und ersuchte in einem Circular die Directoren der meteorologisch-magnetischen Observationen um gefällige Mittheilung der betreffenden magnetischen Beobachtungen auf ihren Observatorien und der Daten aus ihren Bezirken über allfällig gleichzeitig beobachtete Nordlichterscheinungen.

Dieser meiner Bitte haben in sehr verdankenswerther Weise entsprochen die Herrn Directoren

Carpmaël	vom	Observatorium	in	Toronto
Perry	»	»	»	Stonyhurst
Whipple	»	»	»	Kew
Brito-Capello	»	»	»	Lissabon
Viégas	»	»	»	Coimbra

1) Da in Pawlowsk neben den Registrirungen des Magnetographen nur 3 Male täglich, nämlich um 8^ha, 2^h und 10^hp., directe Ablesungen an den magnetischen Variations-Instrumenten erfolgen, so könnten manche Störungen für die unmittelbare Beobachtung unbemerkt vorübergehen. Deshalb liess ich wie schon seiner Zeit in Petersburg (siehe Jahresbericht des physik. Central-Observ. für 1869 S. 32) seit Eintritt der Periode häufigerer Störungen in einem Zimmer des Hauptgebäudes einen automatischen Störungsanzeiger (Nordlichtanzeiger) einrichten. Derselbe besteht aus einem bifilar in verkehrter Lage im magnet. Meridian aufgehängten 4-pfündigen Magneten, der bei grösseren Elongationen mit seinem einen Ende an seitliche Messingfedern stösst und durch einen so hergestellten Stromesschluss ein electrisches Läutwerk in Bewegung setzt. Im vorliegenden Fall fiel übrigens die Hauptstörung gerade auf den einen der obigen Beobachtungstermine.

2) Bulletin T. XXVII p. 282.

Snellen	vom	Observatorium	in	Utrecht	
Houzeau	»	»	»	»	Brüssel
Hann	»	»	»	»	Wien
Dechevrens	»	»	»	»	Zikawei
Chambers	»	»	»	»	Bombay
Ellery	»	»	»	»	Melbourne,

indem sie mir Copien der Aufzeichnungen ihrer *Magnetographen* während dieses Ungewitters mit den nöthigen Aufschlüssen zu deren Verständniss zuschickten. Ferner sandte mir Herr Director Mielberg vom Observatorium in *Tiflis*, stündliche und bereits reducirte Beobachtungen aller 3 Elemente, Herr Director Nordenskiöld vom Observatorium in *Helsingfors* stündliche Beobachtungen der Declination und Horizontalintensität, Herr Clerc, Verwalter des Observatoriums in *Katharinenburg* Beobachtungen von 5 zu 5 Minuten von Unifilar und Bifilar während der Hauptstörung, Herr Observator Feldkirchner vom Observatorium in *München* directe stündliche Beobachtungen aller 3 Elemente Tags über, Herr Director Tacchini vom Observatorium in *Rom* zwei bis dreistündliche Beobachtungen aller 3 Elemente Tags über, Herr Director Hornstein vom Observatorium in *Prag* vierstündliche Beobachtungen der Declination und Horizontal-Intensität, endlich Herr Director Schenzl vom Observatorium in *Budapest* und Herr Director Fritsche vom Observatorium in *Peking* Beobachtungen der Declination und Horizontal-Intensität, der erstere für 4, der letztere für je 3 Tagestermine.

Leider habe ich von Amerika ausser Canada, von Deutschland ausser München von Spanien, von Frankreich und von den scandinavischen Ländern keine bezüglichen Mittheilungen erhalten können.

Die Nachrichten über gleichzeitig beobachtete Nordlichter, welche ich theils durch die genannten Herren direct empfangen, theils mittelbar verschiedenen Zeitschriften entnommen habe, zeigen, dass in der Nacht vom 31. Januar zum 1. Februar wohl auf der ganzen nördlichen Halbkugel bis zu ungefähr 44° Breite herunter überall, wo die Bewölkung des Himmels dies nicht verhinderte, *ein glänzendes Nordlicht* gesehen wurde. Die nähern Details darüber habe ich im Anhang zusammengestellt.

Zu derselben Zeit wurden ferner, wenigstens in England, Deutschland, Norditalien und Russland, *in den Telegraphen-Linien starke*, die regelmässige Correspondenz hindernde *Ströme* wahrgenommen [1]), während dagegen nach Herrn Whipple das Thompson'sche Registrir-Electrometer in Kew keine besonderen Störungen der Luft-Electricität in dieser Nacht anzeigte [2]).

1) Lettre de Mr. Preece. L'Electricité par W. de Fonvielle Vol. IV. p. 50 № 7 du 19 Février 1881.
Zeitschrift für angewandte Electricitätslehre von Uppenborn Bd. III, S. 93 u. 95. 1881.
Atti della R. Academia delle Scienze di Torino. Vol. XVI p. 740 Juni 1881.

2) Lettre de Mr. Whipple, L'Electricité de W. de Fonvielle, Vol. IV. p. 51 etc.

Was nun die *magnetische Störung* selbst betrifft, so werde ich dieselbe aus nahe liegenden Gründen fast ausschliesslich an der Hand der continuirlichen Aufzeichnungen der Registrir-Instrumente behandeln und die übrigen directen Variations-Beobachtungen nur gelegentlich herbeiziehen.

In der nachstehenden Tabelle I sind die geographischen Coordinaten der 12 Observatorien, welche magnetische Registrir-Instrumente besitzen, zusammen mit den absoluten Werthen der magnetischen Elemente für die betreffende Epoche und den Empfindlichkeitsconstanten der Variations-Apparate resp. den Grössen zusammengestellt, welche die, einer Ordinatenänderung der aufgezeichneten Curven um 1 Millimeter entsprechenden Aenderungen des betreffenden magnetischen Elementes repräsentiren [1]). Dabei sind sämmtliche Intensitätsgrössen in absolutem Maasse nach Gauss — i. e. bezogen auf 1 Millimeter, Masse von 1 Milligram und 1 Zeitsecunde als Einheiten — ausgedrückt.

Tabelle I.

Januar 1881.

Orte.	Geogr. Breite.	Länge v. Greenw. in Bogen.	Länge v. Greenw. in Zeit.	Declination. Abs. d	Declination. Var. f. 1^{mm} ∂d	Horizontal-Intensität. Absolute H	Horizontal-Intensität. Var. f. 1^{mm} ∂H	$\frac{\partial H}{H}$	Vertikal-Intensität. Absolute V	Vertikal-Intensität. Var. für 1^{mm} ∂V	$\frac{\partial V}{V}$	Inclination	Ganze Intens. K
1. Toronto	43°39′ n.	79°30′ w.	$5^h 18^m$ w.	3°21′ w.	1′,280	1,6215	0,000523	0,000323	6,1226	0,001687	0,000276	75°10′	6,3334
2. Pawlowsk......	59 41	30 29 o.	2 2 o.	0 50 w.	0,960	1,6327	0,000293	0,000179	4,6800	0,000666	0,000142	70 46	4,9567
3. Stonyhurst.....	53 51	2 28 w.	0 10 w.	20 18 w.	1,128	1,6896	0,002179	0,001290	4,4682	0,000436	0,000098	69 17	4,7764
4. Kew	51 28	0 19 w.	0 1 w.	18 54 w.	0,868	1,7960	0,000801	0,000446	4,3850	0,000587	0,000134	67 43	4,7365
5. Brüssel........	50 51	4 22 o.	0 17 o.	16 30 w.	1,090	—	—	—	—	—	—	—	—
6. Utrecht........	52 5	5 8 o.	0 21 o.	15 45 w.	0,950	1,8080	—	—	4,3470	—	—	67 25	4,7080
7. Wien..........	48 14	16 23 o.	1 6 o.	9 56 w.	1,136	2,0519	0,000379	0,000185	4,1005	0,000411	0,000100	63 25	4,5853
8. Coimbra	40 12	8 23 w.	0 34 w.	19 9 w.	1,350	2,2217	0,000350	0,000157	3,9135	—	—	60 25	4,5002
9. Lissabon.......	38 42	9 9 w.	0 37 w.	19 7 w.	1,130	2,2893	0,000549	0,000240	3,8140	0,000942	0,000280	59 2	4,4493
10. Zikawei	31 12	121 30 o.	8 6 o.	2 3 w.	0,630	3,2169	0,000721	0,000224	3,3626	0,001347	0,000401	46 16	4,6534
11. Bombay	18 54	72 45 o.	4 51 o.	0 57 o.	1,131	3,7371	0,001669	0,000447	1,2389	0,001756	0,001417	19 22	3,9613
12. Melbourne.....	37 50 s.	145 0 o.	9 40 o.	8 10 o.	1,140	2,3586	0,000673	0,000285	5,5700	0,000669	0,000120	67 3	6,0489

1) In meiner ob'erwähnten Abhandlung über das magnetische Ungewitter vom 12. August 1880 sind die Empfindlichkeitsconstanten der Intensitätsapparate für Kew in Folge eines Missverständnisses unrichtig angegeben. Zufolge seitherigen Mittheilungen des Herrn Whipple waren damals die *richtigen* Werthe von 1^{mm} der Curven-Ordinaten im absoluten Gauss'schen Maasse:

beim Bifilar ∂H	$\frac{\partial H}{H}$	bei der Lloyd'schen Wage. ∂V	$\frac{\partial V}{V}$
0,001273	0,000709	0,001035	0,000236

In Folge davon werden die dort angegebenen Amplituden der Intensitätsstörungen und ebenso die stündlichen Werthe der Inclination, der ganzen Intensität und ihrer Componenten von Kew in Tabelle II nicht unerheblich verändert, so dass ich eine Neuberechnung ausführen liess und die richtigen bezüglichen Werthe hier im *Anhang* mittheile.

Die Aufzeichnungen aber der dreierlei Variationsapparate für Declination, Horizontal-Intensität und Vertikal-Intensität der verschiedenen Observatorien während dieser Störung habe ich auf den Tafeln I, II und III mit Abscissen nach Pawlowsker Ortszeit so zusammengestellt, dass überall nach oben wachsenden Ordinaten zunehmende westliche Declination resp. zunehmende Horizontal- und Vertical-Intensität entsprechen, also die simultanen Bewegungen der Magnete von allen Orten unmittelbar vergleichbar sind.

Die Vergleichbarkeit wäre eine vollkommene, wenn der Werth von 1^{mm} der Ordinaten bei allen Curven derselbe wäre; dies ist indessen nicht allgemein der Fall, da ich es vorzog, den Maassstab der Curven nicht zu verändern, sondern dieselben genau so zu copiren, wie ich sie erhielt resp. wie sie auf den einzelnen Magnetographen unmittelbar aufgezeichnet worden sind, nur die Abscissen resp. den Zeitmaassstab habe ich übereinstimmend gemacht, was übrigens nur sehr kleine Veränderungen erheischte, da fast überall nahezu 1 Stunde 15^{mm} Abscissenänderung wie auf den Tafeln I bis III entsprach (nur in Toronto findet eine bedeutende Abweichung hiervon statt, indem da $1^h = 18^{mm}$ ist). Der Ordinatenwerth der Curven entspricht also den in der Tabelle I angegebenen Empfindlichkeitsconstanten [1]).

Wir entnehmen daraus, dass die *Declinationscurven* wegen geringer Verschiedenheit des Maassstabes (1^{mm} überall nahezu = 1 Bogenminute) für alle Orte ausser Zikawei auch ihren Amplituden nach unmittelbar vergleichbar sind und dass man zu dem Ende bei derjenigen von Zikawei die Elongationen bloss auf ungefähr den halben Betrag zu reduciren hätte.

Wenn wir bei den Curven für die *Horizontal-Intensität* einen mittleren Werth von 0,0005 pro 1 Millimeter der Ordinaten als Norm annehmen, der annähernd bei denen von *To-*

---

1) Betreffend die Lücken, welche Tabelle I und die Tafeln II u. III für mehrere Orte zeigen, ist zu bemerken, dass der Magnetograph von *Utrecht* zur Zeit bloss aus einem Unifilarmagnetometer besteht, dass derjenige in *Brüssel* statt einer Lloyd'schen Wage für die Variationen der Vertikal-Intensität ein Instrument für die unmittelbare Angabe der *Inclinations*-Variationen enthält und dass dort augenblicklich ungünstiger localer Verhältnisse halber sowohl die absoluten Intensitäts-Werthe wie die Empfindlichkeitsconstanten der betreffenden Variations-Instrumente unbekannt sind. In *Coimbra* hat an den betreffenden Tagen der Apparat für Vertikal-Intensität nicht functionirt, da er in Unordnung gerathen war. Die Curve für die *Horizontal-Intensität in Pawlowsk* weist zwischen 8^h und 10^h p. Lücken auf, weil in Folge der allzuraschen Bewegung des Magnets bei grossen den Rand des Papiers überschreitenden Ablenkungen desselben die photographische Einwirkung zu schwach war. Die Lücken endlich in den Curven für die Vertikal-Intensität in *Pawlowsk* und Kew sind dadurch entstanden, dass der Papier-Rand vom Lichtpunkt während dieser Zeit überschritten wurde.

Die Curven für *Tifliss* betreffend ist zu bemerken, dass dieselben nach den erhaltenen stündlichen Werthen gezeichnet sind, wobei die Ordinateneinheit von 1^{mm} für die Declination gleich 1 Bogen-Minute, für die Horizontal-Intensität und Vertikal-Intensität gleich 0,0005 absoluten Gauss'schen Maasses gesetzt wurde. Für *Helsingfors* hatte ich anfänglich die Curven der Declination und Horizontal-Intensität ebenfalls mit aufgezeichnet, musste aber sofort die Richtigkeit der Daten wegen der bedeutenden Abweichung von denen für Pawlowsk bezweifeln. Auf meine bezügliche Bemerkung hin theilte mir Herr Nordenskiöld mit, dass die Angaben der Variationsinstrumente insbesondere des Unifilars vor dem September 1881 in der That unbrauchbar seien, da er bei einer Reparatur des Observatoriums zu dieser Zeit in der Wand neben dem Unifilar drei grosse 113 Kilogr. wiegende Eisenbarren entdeckt habe, welche offenbar bei einer Reparatur des Gebäudes im Sommer 1870 während der Abwesenheit des Hrn. Borenius angebracht worden seien.

ronto und *Lissabon* stattfindet, so müssten wir also zur genaueren Vergleichbarkeit mit den Curven dieser Orte die Amplituden bei denen von *Pawlowsk* und *Coimbra* im Verhältniss von 5 zu 3, von *Wien* im Verhältniss von 5 zu 4 verkleinern, bei denen von *Zikawei* und *Melbourne* aber im Verhältniss von 5 zu 7, *Kew* von 5 zu 8, *Bombay* von 5 zu 17 und *Stonyhurst* gar im Verhältniss von 5 zu 22 vergrössern.

Gehen wir bei den Curven der *Vertikalintensität* von 0,0006 als Normalwerth der Ordinateneinheit von 1^{mm} aus, so werden mit den Curven von *Pawlowsk*, *Kew* und *Melbourne*, die demselben angenähert entsprechen, die übrigen vergleichbar, wenn wir die Elongationen in *Stonyhurst* und *Wien* im Verhältniss von 6 zu 4 verkleinern, diejenigen in *Lissabon* aber im Verhältniss von 6 zu 9, die in *Zikawei* von 6 zu 13 und in *Toronto* und *Bombay* im Verhältniss von 6 zu 17 vergrössern.

Hieraus ergibt sich, wie sehr die unmittelbare quantitative Vergleichung der Magnetographen-Aufzeichnungen der verschiedenen Orte durch die bestehende Diversität und Willkühr in der Wahl der Sensibilität der einzelnen Variationsinstrumente insbesondere der Intensitätsapparate, erschwert wird. Es hat mich dies veranlasst, eine besondere Untersuchung über die zweckmässigste und damit zu allgemeiner Annahme sich empfehlende Empfindlichkeit der magnetischen Variationsinstrumente anzustellen, deren, einer solchen Einigung günstige Resultate ich bereits an anderer Stelle mitgetheilt habe [1]). Hoffen wir, dass in Folge dessen künftige Zusammenstellungen wie die vorliegende in dieser Richtung geringeren Schwierigkeiten begegnen werden.

Uebrigens würde auch bei strenger unmittelbarer Vergleichbarkeit der Curven von Tafel II und III das Resultat der quantitativen Vergleichung nur ein bedingtes sein, da ja sowohl in den horizontalen als vertikalen Componenten der ganzen Kraft ausser den Variationen der letztern auch noch die der Inclination sich geltend machen. Ich werde daher auf eine Discussion der absoluten Grösse der Variationen auch für die Declination erst weiter unten eintreten, nachdem ich die Inclination und die ganze Intensität aus den Componenten der letztern werde hergeleitet haben.

Inzwischen ergibt auch schon eine mehr qualitative Vergleichung der Curven auf Tafel I bis III folgende interessante Aufschlüsse.

1⁰. Die Störung begann für alle Elemente und überall genau *zu gleicher Zeit* [2]) nämlich um $9^h\ 40^m$ p. Pawlowsker (od. $7^h\ 38^m$ p. Greenwicher) mittlerer bürgerl. Zeit des 30.

---

1) Bulletin de l'Académie I. des Sc. de St. Pétersbourg T. XXVIII. p. 30 Decembre 1881.

2) Die genaue Gleichzeitigkeit des Störungseintritts und einzelner weiterer Phasen derselben bis zu dem, in den Aufzeichnungen noch erkennbaren Zeitintervall von $\pm 1^m$ würde sich wahrscheinlich noch schärfer herausstellen, wenn allgemein die Gleichförmigkeit der Fortbewegung des Papiers auf den Cylindern des Magnetographen und die Genauigkeit der auf dem Papier markirten Zeitzeichen bis zu jener Grenze gesichert wäre. Dass dies nicht überall der Fall ist, ergibt ohne Weiteres ein Blick auf die Tafeln; auch dürfte diese Genauigkeit kaum zu erreichen sein, wenn man nicht wie ich dies bei unserem Magnetograph in Pawlowsk habe einrichten lassen, die Zeitmarken durch einen besondern Regulator (electrisch) registriren lässt und sie damit von dem die Cylinder drehenden Uhrwerk, dessen Gang stets gewissen Unregelmässigkeiten unterworfen sein wird, unabhängig macht.

Januar, blieb aber schwach bis um $10^h\ 34^m$ a. Pawlowsker Zeit des 31. Januars, wo wieder überall *gleichzeitig* eine plötzliche stärkere Variation erfolgte, die nun die eigentliche, von da an rasch zunehmende Störung einleitete. Diese erreichte ihre grösste Stärke für alle Elemente zwischen 5^h p. bis 11^h p. Pawl. Zeit des 31. Januar. Nach einer nochmaligen kürzern Verstärkung um $2^h\ 30^m$ a. Pawl. Zeit des 1. Februars erreichte dann die ganze Störung gegen 8^h a. desselben Tages ihr Ende.

Die Periode der maximalen Störung 5^h bis 11^h p. Pawl. Zeit (od. von 3^h p. bis 9^h p. Greenwicher Zeit) am 31. Januar stimmt genau überein mit derjenigen, zu welcher in England, Deutschland und Russland die stärksten Erd-Ströme in den Telegraphen-Linien beobachtet wurden (siehe die Citate oben).

Ebenso fand nach den im Anhang mitgetheilten bezüglichen Daten überall in *Europa* um die Mitte dieses Zeitintervalls d. h. gegen 9^h p. Pawlowsker Zeit *die stärkste Entwicklung des Nordlichts* statt. In *Stonyhurst* zeigte sich eine stärkere Licht-Erscheinung allerdings auch noch um $10\frac{1}{2}^h$ p., in *Katharinenburg* verschwand das Nordlicht erst gegen 1^h a. und zwischen *Enare* und *Kittilä* in Lappland sogar erst gegen 3^h a. des 1. Februars Pawlowsker Zeit.— In *Canada* freilich werden 7^h und 11^h p. des 31. Januar Ortszeit oder also $2\frac{1}{2} - 6\frac{1}{2}^h$ a. des 1. Februar Pawlowsker Zeit als Grenzen der Sichtbarkeit des Nordlichts und $8 - 9^h$ p. des 31. Januar Ortszeit oder $3\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2}^h$ a. des 1. Febr. Pawlowsker Zeit als Maximum desselben angegeben. Da die Maximums-Entwicklung des in Europa gesehenen Nordlichts um 9^h p. Pawl. Zeit in Canada auf ungefähr $1\frac{1}{2}^h$ p. Ortszeit fiel, so muss dahingestellt bleiben, ob das dort beobachtete Nordlicht nur eine spätere Phase derselben Nordlichtserscheinung wie in Europa war, deren erste gleichzeitige und vielleicht auch stärkere Phase um 9^h p. Pawl. Zeit dort nur der Tageshelle halber nicht beobachtet werden konnte, oder ob die Intensität der Entwicklung des Nordlichts sich mehr nach der Ortszeit richtete und also das Maximum in der That dort um die Längendifferenz von $7\frac{1}{2}$ Stunden später eintrat als in Europa.

2°. Ein Eingehen in die Details ergibt bei der *Declination* für Stonyhurst, Kew, Utrecht, Brüssel, Coimbra, Lissabon und Wien — Orte, deren maximale Längendifferenz $1^h\ 43^m = 25°\ 45'$ und deren grösste Breitendifferenz $15°\ 9'$ beträgt — eine vollständige Aehnlichkeit der Curven bis in alle Einzelheiten hinein [1]), für Pawlowsk ist zwar der Verlauf der Curve im Grossen und Ganzen auch noch ein ähnlicher, doch zeigen sich da in den Details bereits nicht unerhebliche Abweichungen (dasselbe gilt von Katharinenburg, dessen Curve wegen ihrer Kürze hier nicht aufgenommen ist); für *Zikawei* und *Bombay*, wo übrigens die Variationen sehr geringe sind, ergibt sich gar keine Aehnlichkeit mehr, und in *Melbourne*, auf der südlichen Erdhälfte, bemerken wir sogar in den meisten Details eine

1) *Wien* zeigt allerdings zwischen 8^h und $10^h\ 30^m$ p. des 31. Jan. (Pawlowsker Zeit) einige Abweichungen in der Curve, die aber offenbar darauf zurückzuführen sind, dass dieselbe während der grössten Störung im Original nicht hinlänglich deutlich war und so in der Copie einige Zacken ausfielen.

gerade entgegengesetzte Bewegung der Magnetnadel. Dasselbe gilt von *Toronto*, wo meistentheils westlichen Bewegungen des Nordpols des Magnets in Europa östliche und umgekehrt entsprechen, indessen auch Variationen vorkommen, zu denen Analoga in allen andern Curven fehlen, so z. B. zur grössten westlichen Abweichung um $2^h\ 40^m$ p. des 31. Januars und grössten östlichen Elongation um $5^h\ 40^m$ a. des 1. Februars beides nach Pawlowsker Zeit.

Diese Resultate stehen mit analogen, schon früher aus den Termins-Beobachtungen des magnetischen Vereins und der Observatorien in den englischen Colonien und im Russischen Reich gezogenen in Einklang und gewinnen dadurch eine generelle Bedeutung.

Bei der *Horizontal-Intensität* gilt im Wesentlichen dasselbe wie bei der Declination, nur zeigt bei der erstern Gruppe von Orten, das von den übrigen um 1 Stunde östlicher gelegene *Wien* bereits beträchtliche Abweichungen im Verlauf der Curve, indem es hier besser mit dem noch östlicher gelegenen *Pawlowsk* stimmt, *Zikawei* und *Bombay* schliessen sich im allgemeinen Gang hier besser an die europäischen Orte an, wärend *Melbourne* und namentlich *Toronto* die Umkehr im Gang der Curve — abnehmende Intensität da, wo sie in Europa zunimmt und umgekehrt — noch deutlicher als bei der Declination aufweisen.

Der Vergleich der Curven für die *Vertikal-Intensität* führt soweit als das Material reicht, zu denselben Schlüssen wie bei der Horizontal-Intensität.

Ich muss hier die Bemerkung einschalten, dass ein Theil der Differenzen in den Intensitäts-Curven vielleicht auch auf störende resp. nicht eliminirte *Temperatur-Variationen* zurückzuführen sein dürften. Es ist mir unbekannt, inwiefern bei allen Magnetographen dieselbe Temperatur-Constanz der Localität und damit der Intensitätsapparate wie in Pawlowsk stattfindet, welche bezügliche Correctionen fast ganz überflüssig macht, und ob allfällige, durch stärkere Temperatur-Variationen bedingte Verbesserungen an den mir übersandten Curven bereits angebracht sind. Nur für *Bombay* habe ich darüber nähern Aufschluss erhalten und an den Curven von *Zikawei* habe ich selbst nach den gefälligen Mittheilungen des Herrn Dechevrens die betreffenden Correctionen angebracht.

3⁰. In vielen Fällen plötzlicher Schwankungen entspricht einer Zunahme der Horizontal-Intensität auch eine solche der Vertikal-Intensität; hieraus wäre zu schliessen, dass die Inclination in unserm Falle im Allgemeinen weniger starke Veränderungen erfahren habe als die Ganze Intensität.

Die Störung betraf also hauptsächlich die Declination und Total-Intensität. Da nun ferner bei vielen Orten und zwar besonders zwischen 9^h p. des 31. Jan. und 4^h a. des 1. Febr. (Pawl. Zeit) eine reciproke Krümmung der Declinations- und Vertikalintensitäts-Curven bemerkt wird [1]), so würde dies also darauf hinweisen, dass die Zunahme der westlichen

1) Nach den gefälligen Mittheilungen des Herrn Brito-Capello soll dies Verhalten bei den Störungen in *Lissabon* die Regel sein und in der That wird man in den Curven der Tafel I und III durchweg bei Lissabon einer Abnahme der westl. Declination eine Zunahme der Vertikal-Intensität und umgekehrt entsprechen sehen. In *Pawlowsk* dagegen zeigen die Störungen *nicht* immer diese Reciprocität.

Tabelle II.

Magnetische Inclination und Ganze Intensität.

Pawlowsker Zeit. 1881.	Toronto.		Stonyhurst.		Kew.		Lissabon.		Melbourne.		Zika-wei.		Pawlowsk.		Tifliss.	
	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.
31. Jan. 2^h a.	75°10′,0	6,3337	69°17′,2	4,7770	67°43′,6	4,7385	59° 1′,6	4,4483	67° 3′,0	6,0488	46°16′,6	4,6566	70°42′,2	4,9545	55°28′,0	4,5295
3	9,7	335	16,8	768	43,3	384	0,7	481	2,3	488	16,5	560	42,8	553	28,3	295
4	10,0	334	16,5	768	43,2	385	0,2	480	2,2	484	16,9	556	42,6	555	28,2	296
5	10,0	302	15,1	766	40,9	392	58 58,6	490	2,2	481	16,8	543	43,0	557	26,6	304
6	9,4	333	15,8	762	42,1	389	59,2	487	1,3	483	15,7	549	40,5	555	26,0	310
7	9,9	334	14,1	771	42,5	387	59,4	487	2,6	471	15,5	549	41,2	555	26,9	309
8	10,0	317	13,6	773	41,5	393	59,4	495	2,6	468	15,0	561	41,6	556	27,0	306
9	9,8	241	14,2	770	42,0	389	58,3	491	2,1	472	15,5	566	42,8	550	28,6	293
10	9,1	288	14,6	768	42,1	389	58,4	496	4,6	450	16,9	558	42,8	554	28,0	286
11	9,7	335	15,7	764	44,0	379	59 0,3	490	4,4	440	17,1	541	43,3	550	29,2	272
Mittag	9,1	339	16,7	764	44,4	381	1,3	479	3,8	439	17,0	515	43,7	554	29,6	274
1^h p.	9,3	332	16,8	768	45,9	381	1,1	448	4,3	443	17,1	486	44,4	553	30,4	272
2	10,2	161	18,8	757	49,0	362	4,5	426	1,5	459	17,1	472	47,2	554	34,0	257
3	11,1	067	21,3	748	48,8	376	4,8	414	4,7	453	17,8	445	47,1	581	36,4	242
4	11,9	231	18,4	776	49,8	389	6,2	424	5,6	443	19,4	418	48,2	664	38,0	230
5	11,8	270	17,2	806	46,3	434	5,0	433	4,6	444	16,8	449	46,6	774	39,7	225
6	* 14,9	* 262	9,7	919	55,4	462	12,3	432	4,6	433	22,0	424	50,3	750	41,5	210
7	17,5	321	* 14,0	* 8024	■ 54,5	* 531	14,0	449	5,1	436	21,1	436	43,2	961	42,9	212
8	17,3	423	10,8	7939	* 53,1	* 497	14,0	422	5,7	433	21,1	439	41,8	756	45,0	199
9	16,0	588	27,1	792	55,1	457	16,5	431	6,4	431	22,3	419	51,8	434	45,5	194
10	10,8	752	30,0	605	50,7	315	13,4	507	9,4	404	20,3	438	66,6	312	43,0	202
11	13,5	482	24,4	751	53,7	399	13,2	440	9,5	408	16,7	476	48,6	478	38,8	227
Mittern.	13,7	558	25,7	726	52,3	396	12,3	435	11,9	409	18,5	450	49,3	449	38,8	239
1 Febr. 1^h a.	15,1	465	26,0	739	53,2	384	11,0	447	10,8	416	18,7	447	48,6	488	38,4	239
2	14,1	520	23,8	692	49,7	366	9,4	456	12,9	398	17,7	452	51,8	422	36,6	249
3	15,7	391	19,4	704	47,7	376	7,2	449	13,1	419	17,0	460	45,0	498	34,3	261
4	14,4	379	21,8	729	50,2	370	7,7	443	10,6	420	16,1	461	46,8	530	36,2	252
5	13,9	342	22,6	728	50,2	371	7,3	441	11,1	425	14,5	470	47,0	539	35,1	260
6	12,7	270	22,1	730	50,0	370	6,7	439	10,0	433	15,2	464	48,2	547	36,5	254
7	12,3	270	21,3	738	49,6	380	5,8	452	9,0	429	14,7	476	47,7	556	36,0	256
8	12,6	256	21,5	744	48,9	389	6,2	459	9,4	427	14,5	493	46,7	566	35,3	258

Declination im Allgemeinen von einer Abnahme der Intensität und umgekehrt begleitet war. Bei einer ebenfalls überall gleichzeitig eintretenden Störung um ungefähr 5^h a. des 31. Jan. (Pawl. Zeit.) ergiebt sich indessen eher ein entgegengesetztes Verhalten.

Wie schon bemerkt ist es übrigens der Verschiedenheit des Maassstabes der Intensitäts-Curven halber schwer die Variationen der Intensität und Inclination an der Hand derjenigen der Componenten der erstern genauer zu verfolgen. Es wurde daher den Curven der Orte mit vollständigen und sicheren Intensitäts-Daten zunächst die Stunden-Werthe nach Millimetern entnommen, vermittelst der Constanten der Tabelle I in absolute Werthe der Horizontalintensität H und der Vertikalintensität V verwandelt und sodann aus diesen nach den Formeln:

$$K = \sqrt{H^2 + V^2} \qquad \operatorname{tang} i = \frac{V}{H}$$

die ganze Intensität K und die Inclination i berechnet.

Die so erhaltenen Werthe der letztern Grössen sind in der Tabelle II zusammengestellt, wobei zu bemerken ist, dass die Werthe von H und V für *Zikawei* nicht unsern Curven, sondern dem gedruckten Bulletin dieses Observatoriums entnommen und für *Tifliss* die unmittelbar von Herrn Mielberg mitgetheilten Zahlen benutzt wurden. Interpolirte Werthe sind mit einem Stern (*) bezeichnet.

Die Werthe dieser Tabelle sind in Tafel IV und V graphisch dargestellt und für drei von den obigen 8 Orten, sind dort ausserdem auch noch die für jede 10. Minute geltenden Werthe eingetragen und durch feinere Linien miteinander verbunden. Diese letztern Daten sind der folgenden Tabelle entnommen, für deren Berechnung drei verschieden gelegene Orte mit lückenlosen Intensitäts-Curven ausgewählt wurden. Bei allen Curven entsprechen wachsende Ordinaten zunehmender Inclination resp. zunehmender Intensität.

Tabelle III.

Magnetische Inclination und Ganze Intensität.

Pawlowsker Zeit. 1881.	Toronto.		Stonyhurst.		Melbourne.		Pawlowsker Zeit. 1881.	Toronto.		Stonyhurst.		Melbourne.	
	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.		Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.
31. Jan. $10^h 10^m$a.	75° 9',0	6,3293	69°13',4	4,7774	67° 3',0	6,0456	31. Jan. $11^h 40^m$a.	75° 9',5	6,3339	69°16',1	4,7766	67° 4',5	6,0434
20	9,3	304	13,6	773	3,4	452	50	9,4	343	16,4	766	4,2	436
30	9,6	319	13,7	772	3,4	449	M. 10^mp.	9,0	337	16,5	766	3,6	440
40	10,8	322	14,3	770	5,2	437	20	9,1	339	16,1	768	3,6	440
50	9,9	332	16,0	762	5,9	436	30	9,1	339	16,5	766	3,5	441
11 10	9,7	346	15,9	765	3,8	440	40	9,2	338	16,5	765	3,3	445
20	9,6	341	15,9	766	3,8	440	50	9,3	328	16,8	767	3,7	444
30	9,5	341	15,9	767	5,0	431	1 10	8,7	300	17,6	761	4,6	443

Pawlowsker Zeit. 1881.	Toronto.		Stonyhurst.		Melbourne.	
	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.
31. Jan. 1^h20^mp.	75° 8′,1	6,3277	69°17′,7	4,7759	67° 4′,6	6,0443
30	7,8	258	18,6	754	4,8	445
40	8,0	209	18,9	754	3,7	451
50	9,3	187	18,6	756	2,9	452
2 10	10,3	178	21,2	745	2,8	451
20	12,3	200	21,9	741	3,9	446
30	10,9	180	20,6	749	5,1	446
40	10,7	115	19,0	758	4,2	454
50	10,1	111	19,5	756	4,9	449
3 10	10,7	124	20,2	755	5,5	445
20	12,0	123	21,8	748	3,7	459
30	13,3	234	21,3	754	3,1	460
40	12,2	278	20,8	760	5,3	444
50	11,2	205	20,9	761	4,2	455
4 10	9,9	246	19,5	777	7,0	440
20	9,7	249	19,3	779	6,7	445
30	10,0	261	18,3	790	6,5	444
40	10,7	264	17,9	795	3,9	459
50	10,9	254	19,1	792	3,3	454
5 10	12,5	281	15,6	821	5,9	438
20	13,0	271	16,0	829	5,5	444
30	13,6	253	17,2	831	4,5	444
40	13,5	229	18,1	842	5,2	438
50	14,2	250	17,1	867	5,8	431
6 10	15,4	263	20,5	919	3,7	437
20	15,9	261	22,3	889	2,5	443
30	16,7	273	18,1	934	2,2	443
40	17,4	292	19,3	951	2,8	440
50	17,8	311	11,5	978	5,1	429
7 10	17,7	330	21,6	976	6,1	431
20	18,0	349	17,1	920	6,9	426
30	17,7	380	22,4	930	6,8	427
40	17,4	400	22,5	877	6,4	431
50	17,1	416	19,7	918	5,4	436
8 10	17,5	422	13,5	979	7,5	424
20	17,4	426	12,6	971	7,6	424
30	16,2	456	15,4	969	6,3	431
40	17,3	621	7,0	911	6,9	420
50	17,7	558	68 58,4	8028	7,4	419
9 10	15,1	556	69 18,0	7811	5,2	437
20	15,1	561	23,8	792	4,2	439
30	14,3	567	15,2	894	5,1	425
40	13,9	608	22,8	853	7,7	411

Pawlowsker Zeit. 1881.	Toronto.		Stonyhurst.		Melbourne.	
	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.	Inclin.	Ganze Intens.
31. Jan. 9^h50^mp.	75°14′,0	6,3701	69°25′,6	4,7741	67° 8′,7	6,0410
10 10	6,6	760	31,3	585	8,3	415
20	7,6	767	28,6	574	6,3	426
30	8,8	787	33,2	593	6,7	418
40	12,7	606	31,2	679	7,1	414
50	13,0	521	26,0	723	8,5	410
11 10	13,0	483	24,7	758	9,7	413
20	12,9	503	24,3	760	10,4	412
30	13,4	510	25,0	737	10,9	409
40	12,8	527	25,2	740	11,5	407
50	12,4	586	24,6	739	12,7	402
1. Febr.						
0 10ma.	13,9	488	24,1	747	11,8	412
20	14,3	458	23,3	758	12,6	408
30	14,9	447	23,5	756	12,4	411
40	14,6	434	23,7	750	12,1	413
50	14,8	439	25,6	738	11,2	415
1 10	14,9	463	25,8	735	11,1	414
20	14,3	438	25,3	735	11,8	407
30	13,3	413	23,7	728	12,2	405
40	13,1	431	22,6	709	12,2	403
50	14,8	562	23,3	707	12,6	401
2 10	14,1	542	23,1	689	13,1	400
20	15,2	725	22,9	676	13,6	402
30	11,5	757	16,7	599	13,6	409
40	13,6	616	24,5	605	13,9	417
50	15,8	473	25,6	638	13,6	415
3 10	16,6	408	18,6	723	12,8	417
20	16,1	411	19,6	727	12,0	420
30	15,5	404	19,9	733	11,1	422
40	15,4	387	21,6	727	11,0	421
50	14,7	383	21,7	728	10,9	419
4 10	14,4	376	21,9	728	10,9	417
20	14,4	371	22,8	724	10,6	420
30	14,0	353	22,3	728	10,8	420
40	13,8	338	21,6	734	10,9	425
50	14,0	337	22,5	729	10,8	428
5 10	13,8	339	22,4	726	11,8	422
20	13,9	365	22,4	726	11,5	428
30	12,0	296	22,4	728	12,0	424
40	8,6	244	22,5	729	11,8	424
50	10,6	232	22,3	730	11,0	429

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese berechneten Werthe der Inclination und der ganzen Intensität deshalb relativ grössere Unsicherheiten als die unmittelbar erhaltenen Daten für die Declination und die beiden Intensitäts-Componenten darbieten, weil sich bei der Combination der letztern die von Schwankungen im Uhrgange, Ungenauigkeiten der photographischen Aufzeichnungen und der Empfindlichkeitsconstanten der Apparate, endlich die von Luftströmungen in den letztern und von nicht eliminirten Temperatur-Variationen der Magnete herstammenden Fehler cumuliren. Obschon also die Curven der Tafel IV für die *Total-Intensität* und der Tafel V für *Inclination* wegen des gleichen Maassstabs der Ordina-

ten ($1^{mm} = 1'$ bei der Inclination und $= 0{,}0005$ Gauss'sche Einheiten für die Intensität) auch *quantitativ* vergleichbar sind, entsprechend wie die der Tafel I für die *Declination* (wo, abgesehen von Zikawei, auch überall nahezu 1^{mm} der Ordinaten $= 1'$ ist), so wird man doch gut thun, in dieser Richtung nicht zu sehr auf volle Zuverlässigkeit der Daten zu rechnen. Immerhin lassen sich aber mit genügender Sicherheit folgende weitere bestimmte Schlüsse als Fortsetzung der früheren ziehen.

4⁰. Bei der vorliegenden Störung waren die Variationen des zweiten Richtungselementes der erdmagnetischen Kraft, der *Inclination*, durchweg sehr viel geringer als die der *Declination*, ja für einige Orte neben den letztern fast verschwindend so z. B. in Toronto 8 Male kleiner; dagegen erlitt die *Ganze Intensität* überall ausser in *Melbourne* eine beträchtliche Veränderung.

5⁰. Was wir schon unter 2⁰. von der *Declination* bemerkt hatten, gilt, wie ein Blick auf die Curven der Tafel V zeigt, theilweise auch von der *Inclination*, ganz besonders aber tritt der entgegengesetzte Charakter der Variationen in Europa und Amerika bei der *Intensität* hervor, wo der nahe parallele Verlauf sogar der bloss auf Stundewerthen beruhenden Curven für *Pawlowsk*, *Stonyhurst* und *Kew* namentlich zwischen 8^h p. des 31. Jan. bis 6^h a. des 1. Febr. (Pawl. Zeit) ein fast reciproker zu dem gleichzeitigen in *Toronto* ist. Dagegen zeigt Melbourne auf der südlichen Halbkugel bei diesen Elementen viel weniger deutlich eine entgegengesetzte Bewegung.

6⁰. Der Vergleich der Declinations-Curven mit denen der Ganzen Intensität bestätigt den schon unter 3⁰. gezogenen Schluss, dass nämlich im Allgemeinen einer Zunahme der westl. Declination an einem Orte von einer Abnahme der Intensität begleitet war und umgekehrt, und dasselbe scheint, wenn auch in geringerem Grade von der Inclination zu gelten, die nach den betreffenden Curven durchweg bei zunehmender Intensität geringer wird und umgekehrt, also bei zunehmender westl. Declination ebenfalls zunimmt und umgekehrt.

Man wird bemerken, dass der grössere Theil dieser Schlüsse schon an der Hand der stündlichen simultanen Werthe zu ziehen sind und wenn man in gleicher Weise auch bloss die stündlichen Werthe der Declination aufträgt, so wird man auch da diese Bemerkung bestätigt finden. Es mag daher hier eine Hinweisung auf die Wichtigkeit eingeschaltet werden, welche auch zur Erkenntniss der Störungen blosse stündliche magnetische Beobachtungen haben können, wenn sie simultan angestellt werden. *Demnach würde es sich empfehlen, überall sämmtliche magnetische Beobachtungen und nicht bloss diejenigen der Termine nach derselben z. B. Goettinger mittl. Ortszeit auszuführen.*

In der nachstehenden Tabelle IV sind endlich von den 3 Orten der Tabelle III und sodann noch von Pawlowsk und Tifliss die Maxima und Minima der einzelnen Elemente zusammengestellt, wobei zu bemerken ist, dass für die Inclination und Intensität die Werthe von *Pawlowsk* wegen der Lücken in den Curven unsicher resp. die Extrem-Differenzen wahrscheinlich zu klein ausgefallen sind und dasselbe jedenfalls von Tifliss gilt, wo bloss die grössten und kleinsten stündlichen Daten genommen sind.

Tabelle IV.

Ort.		Mittlere Ortszeit von Pawlowsk.					
		Declination.		Inclination.		Intensität.	
		Betrag.	Zeit.	Betrag.	Zeit.	Betrag.	Zeit.
			h		h		h
Toronto	Max.	4° 6′	2,5 p. 31	75°18′	7,3 p. 31	6,3787	10,5 p. 31
	Min.	2 39	5,5 a. 1	75 7	10,2 p. 31	6,3067	3,0 p. 31
	Diff.	1 27		0 11		0,0720	
Pawlowsk	Max.	2 10	10 p. 31	71 7	10 p. 31	4,9961	7 p. 31
	Min.	— 0 23	9,5 p. 31	70 42	8 p. 31	4,9320	10 p. 31
	Diff.	2 33		0 25 ?		0,0641 ?	
Stonyhurst	Max.	21 2	8 p. 31	69 33	10,5 p. 31	4,8028	8,8 p. 31
	Min.	19 32	9,8 p. 31	68 58	8,8 p. 31	4,7574	10,3 p. 31
	Diff.	1 30		0 35		0,0454	
Melbourne	Max.	— 7 48	6 p. 31	67 14	2,7 a. 1	6,0460	3,5 p. 31
	Min.	— 8 24	5,3 a. 1	67 2	2,0 p. 31	6,0398	2,0 a. 1
	Diff.	0 36		0 12		0,0062	
Tifliss	Max.	— 0 45	5 a. 31	55 45	9 p. 31	4,5310	6 a. 31
	Min.	— 1 7	10 p. 31	55 26	6 a. 31	4,5194	9 p. 31
	Diff.	0 22		0 19		0,0116	

Das negative Vorzeichen bei der Declination bedeutet hier östliche Abweichung des Nordpols der Magnetnadel und als Maxima der Declination sind auch da die westlichsten Stellungen dieses Nadelendes aufgefasst.

Aus dieser Tafel ersehen wir zunächst unmittelbar, dass durchweg bei den verschiedenen Orten je die Minima der Inclination mit den Maxima der Intensität und umgekehrt zusammenfallen, dass dagegen dieses reciproke Verhalten zwischen Intensität und westlicher Declination weniger allgemein und genau sich geltend macht, ja für Tifliss und Stonyhurst eher das Gegentheil eintrifft.

Bei der *Declination* treffen in Pawlowsk und Stonyhurst einerseits und sodann in Toronto und Melbourne anderseits die Minima nahe gleichzeitig ein, während der Eintritt der Max. ein sehr verschiedener ist. Das Minimum der *Inclination* in Toronto fällt sodann sehr nahe mit den gleichzeitigen Maxima derselben in Pawlowsk und Stonyhurst zusammen und dasselbe gilt angenähert auch von dem Maximum dort und den Minima hier. Was endlich die *Intensität* betrifft, so tritt das Maximum derselben in Toronto zu derselben Zeit ein wie ihr Minimum in Pawlowsk und Stonyhurst.

Wichtiger als diese Folgerungen aus der Tabelle IV, welche mehr nur die frühern Schlüsse bestätigen, sind diejenigen, welche sich an die dort gegebenen Amplituden der Variationen anschliessen.

Nicht bloss unter den Orten der Tabelle IV, sondern unter allen hier vertretenen überhaupt ist während des in Rede stehenden magnetischen Ungewitters die *Declinationsvariation* am grössten in *Pawlowsk* gewesen, darauf folgen der Reihe nach *Stonyhurst*, *Toronto*, *Kew*, *Brüssel*, etc. Die Reihenfolge dieser Orte entspricht nun vollkommen ihrem Abstande von dem den Nordpol umgebenden *Nordlichtskranz*, wie ihn kürzlich Baron Nordenskiöld seiner Lage und Bedeutung nach definirt hat [1]). Betrachten wir diesen Kranz als Ursprung aller Nordlichte, so würde also daraus folgen, dass die Declinationsstörungen um so grösser sind, je näher der betreffende Ort am Ursprung der Nordlichte gelegen ist.

Auch die *Inclinationsvariation* dürfte wohl in *Pawlowsk* die bedeutendste gewesen sein ohne den Unterbruch in der Registrirung. So ist sie am grössten in *Stonyhurst*, dann folgt aber nicht *Toronto*, sondern vorher noch *Tifliss* und *Melbourne*.

Bei der *Intensitätsvariation* endlich hätte gewiss wie der Gang der Curven in der Nähe der Lücke erkennen lässt, *Pawlowsk* ohne diese den grössten Werth aufzuweisen; die zweit' grösste Amplitude zeigt indessen nicht, wie bei den vorigen Elementen, *Stonyhurst*, sondern *Toronto* und *Tifliss* überwiegt hier bei der Inclination *Melbourne*.

Fassen wir die Resultate zusammen, zu welchen uns die bisherige Discussion der vorliegenden Störung geführt hat, so bestätigen sie zunächst die Schlüsse, welche ich schon in meiner frühern Abhandlung über die Natur der die Störung bewirkenden Kräfte gezogen habe.

Die Gleichzeitigkeit des Eintritts und vieler anderer Phasen im Verlauf der Störung an allen Orten weist für diese Momente derselben auf störende Kräfte hin, welche sich in gleicher Weise auf die ganze Erde erstrecken, während dagegen die mannigfachen Verschiedenheiten in den Variationen mancher Orte zeigen, dass daneben auch störende Kräfte von mehr localer Natur auftreten. Dass endlich die maximale Störung mit der stärksten Entwicklung des Nordlichts und der electrisehen Ströme in der Erde zusammenfällt und die Nähe am Nordlichtgürtel für die Intensität der Störung maassgebend ist, bestätigt auf's Neue den innigen Zusammenhang der störenden Kräfte mit den Nordlichtserscheinungen und den Erdströmen.

Die vollständige Aehnlichkeit der Variationen der verschiedenen Elemente bei Orten, welche geographisch nicht zu weit, aber immerhin bis 15 Breitengrade und 25 Längengrade, auseinanderliegen, lässt jetzt den weitern Schluss ziehen, dass selbst der Sitz derjenigen *störenden Kräfte*, *welche mehr localer Natur sind*, doch immerhin als so weit entfernt zu betrachten ist, um diese Kräfte für einen Körper von mässiger Ausdehnung, wie die erdmagnetische Kraft selbst, als *parallele* auffassen zu können. Es ist dies für die mathematische Behandlung dieser störenden Kräfte wichtig.

Die Recipocität im Verlauf der Intensitäts-Störungen der erdmagnetischen Kraft gewisser Orte, die meines Wissens hier zum ersten Male nachgewiesen ist, würde, wenn sie

---

1) A. Nordenskiöld, Om Norrskenen under Vegas Oefvervintring vid Berings Sund 1878—79. Aus Vega | Exped. Vetensk. Arbeten Tafl 8.

sich allgemein bestätigen sollte, vielleicht auf die wichtige Thatsache hinführen, *dass bei den magnetischen Störungen die magnetische Kraft der Erde in ihrer Gesammtheit nicht verändert wird, sondern Vergrösserungen derselben an den einen Orten durch gleichzeitige Verkleinerungen an andern Orten compensirt, also die störenden Kräfte mit andern Worten nur Verschiebungen bedingen*[1]).

Auf solche blosse Verschiebungen und nicht absolute Veränderungen in der Wirkung der erdmagnetischen Kraft weisen aber auch die Beziehungen hin, welche wir bei den Variationen der Richtungselemente unter sich erkannt haben. Die westliche Declination nimmt gleichzeitig in Europa zu, im südlichen Canada und Australien aber ab, wie es die Erfahrung gezeigt hat, wenn man sich das System der Isogonen auf der nördlichen Halbkugel nach Ost und auf der südlichen nach West verschoben denkt, wodurch die Isogonen den Meridianen genähert resp. aus ihrer schiefen Stellung mehr aufgerichtet werden. Bewegen sich dabei auch die Isoklinen in gleichem Sinne, so erhalten wir zugleich die früher hervorgehobene gleichzeitige Zunahme der Inclination in Europa mit einer Abnahme derselben in Canada und Australien.

Um den Zusammenhang der störenden Kräfte genauer zu erkennen und zu erfahren, ob und inwiefern wir es mit einem oder mehreren Störungsherden zu thun haben, ist es übrigens besser, die *störenden Kräfte* für jeden Ort aus den beobachteten Variationen der einzelnen Elemente d. h. also aus ∂d, ∂H und ∂V — i. e. den Aenderungen der Declination, Horizontal-Intensität und Vertikal-Intensität — zu berechnen.

Bezeichnen wir mit ∂X, ∂Y und ∂Z die Componenten der störenden Kraft nach der X, Y und Z-Axe eines rechtwinkligen Coordinaten-Systems, dessen Z-Axe mit der Vertikalen des betreffenden Ortes zusammenfällt, während X parallel dem astron. Meridian ist und Y von West nach Ost gerichtet ist, und rechnen ∂X positiv nach Norden hin, ∂Y positiv nach Westen und ∂Z positiv nach unten, so hat man:

$$1. \qquad \begin{aligned} \partial X &= \partial H \,.\cos d - \partial d.\ H.\sin d, \\ \partial Y &= \partial H.\sin d + \partial d.\ H.\cos d, \\ \partial Z &= \partial V, \end{aligned}$$

1) Während des Drucks dieser Abhandlung ist mir von Herrn Dieector Hoffmeyer in Copenhagen ein Separatabdruck der Abhandlung des Herrn Sophus Tromholt: «*Sur les periodes de l'aurore boréale*» aus dem noch nicht erschienenen «Annuaire de l'Institut météorologique danois pour 1880» freundlichst übersandt worden. Herr Tromholt ist darin durch Feststellung der Nordlichtsperioden in Grönland jenseits des Nordlichtsgürtels und ihren Vergleich mit den bekannten Perioden dieser Erscheinung diesseits des letztern (in Europa) zu dem höchst interessanten und folgewichtigen Resultat geführt worden, dass die tägliche, jährliche und säculare (zunächst 11-jährige) Periode der Nordlichter nicht sowohl auf einer Schwankung der Häufigkeit und Grösse der letztern überhaupt als vielmehr in einer periodischen Verschiebung des Nordlichtsgürtels von Nord nach Süd und umgekehrt beruhe. Hieraus lässt sich mithin folgern, dass man zur Erklärung der periodischen Zunahme der Nordlichter und magnetischen Störungen nicht mehr wie bisher eine vermehrte electrische Action auf unsern Erdkörper, sondern blosse Verschiebungen des Actionsherdes anzunehmen hat. Dieser Schluss aber steht in so auffallender Uebereinstimmung mit demjenigen, den ich oben aus der Betrachtung einer einzelnen Störung gezogen habe, dass er dem letztern zu einer wesentlichen Stütze wird.

wenn die Declination d (des Nordendes der Nadel) und ebenso ihre Variation ∂d als positiv nach Westen hin und H sammt seiner Variation ∂H als positiv nach Norden hin gerechnet werden, endlich ∂V positiv gegen das Erdcentrum hin ist[1]).

Diese störende Kraft greift auf der nördlichen Erdhälfte den Nordpol der Magnetnadel, auf der südlichen den Südpol an, wobei dann in den vorigen Definitionen zugleich überall Nord mit Süd nnd West mit Ost zu vertauschen ist.

Aus diesen Componenten berechnet sich aber die Intensität S der störenden Kraft und ihre Richtungselemente nach den Formeln:

2.
$$S = \sqrt{\partial X^2 + \partial Y^2 + \partial Z^2}$$
$$\text{tang}\ \delta = \frac{\partial Y}{\partial X}, \qquad \sin\gamma = \frac{\partial V}{S},$$

wo wir mit δ den Winkel der Vertikalebene durch die störende Kraft mit dem astronomischen Meridian (XZ-Ebene) positiv von Nord nach West gerechnet, und mit γ den Winkel der störenden Kraft mit der Horizontalebene (XY-Ebene), positiv vom Horizont nach dem Nadir zu gerechnet, bezeichnet haben.

In der nachstehenden Tabelle V theile ich nun für die 8 Orte, von denen schon oben die Inclinationen und Ganzen Intensitäten berechnet worden sind, die zur Ableitung der Elemente der störenden Kräfte nach 1. und 2. nöthigen Abweichungen ∂d, ∂H und ∂V für die vollen Stunden mittlerer Pawlowsker Zeit von 2^h a. m. des 31. Januar bis 8^h a. m. des 1. Februar mit. Die normalen Werthe der Declination d, Horizontal-Intensität H und Vertikal-Intensität V, welche den Abweichungen zu Grunde liegen, sind am Kopf der Tabelle mit aufgeführt. Für *Pawlowsk* und *Tifliss* habe ich als solche das Mittel der absoluten Tagesmittel für den 31. Jan. und 1. Febr. benutzt, für *Zikawei* das Mittel der absoluten Monatsmittel des Januar und Februar, für die übrigen Orte fehlten mir leider zur Zeit entsprechende Daten für die absoluten Mittelwerthe, so dass da die aufgeführten Normalwerthe als solche etwas unsicher sind.

---

1) Sollte statt der Grösse ∂V durch die Beobachtung: ∂i i. e. die Aenderung der Inclination i gegeben sein so hat man:

1.′
$$\partial Z = \partial H.\ \text{tang}\ i + di\ \frac{H}{\cos^2 i}$$

und wenn endlich statt H, ∂H und ∂V die Variation der Inclination und die Variation ∂K der ganzen Intensität K bekannt sind, so wird:

1.″
$$\partial Z = \partial K.\sin i + \partial i.K.\cos i$$
$$\partial Y = (\partial K.\cos i - \partial i.K.\sin i)\sin d + \partial d.K.\cos i.\cos d$$
$$\partial X = (\partial K.\cos i - \partial i.K.\sin i)\cos d - \partial d.K.\cos i \sin d$$

Tabelle V.

Mittlere Pawlow. Zeit. 1881.	Toronto.			Stonyhurst.			Kew.			Lissabon.		
	d	H	V	d	H	V	d	H	V	d	H	V
	3°21′,0	1,6215	6,1226	20°18′,0	1,6896	4,4682	18°54′,0	1,7960	4,3850	19°7′,0	2,2893	3,8140
	∂d	∂H	∂V	∂d	∂H	∂V	∂d	∂H	∂V	∂d	∂H	∂V
31. Jan.												
2^h a.	1′,3	0	0	−2′,3	0	0	−4′,8	0	0	−2′,0	0	0
3	−0,8	4	−3	3,9	4	−3	0,6	3	−3	0,0	9	−8
4	−3,8	−1	−3	6,2	9	−5	3,5	5	−3	2,3	13	−12
5	−9,0	−9	−34	6,2	26	−14	5,6	37	−8	1,7	36	−14
6	−2,6	10	−7	2,3	15	−14	−0,4	21	−5	0,6	27	−12
7	−2,6	0	−3	3,4	41	−14	0,0	15	−5	1,1	26	−11
8	−3,8	−5	−19	3,4	48	−15	0,4	30	−4	0,8	30	−4
9	−4,0	−21	−94	10,7	39	−15	5,6	22	−5	3,4	41	−15
10	−4,2	4	−52	8,5	33	−14	4,3	21	−5	2,5	42	−10
11	−2,6	5	−3	4,5	17	−13	0,0	−7	−4	−0,6	18	−3
Mittag	−1,3	16	−2	3,4	4	−8	0,0	−12	0	−1,7	1	−5
1^h p.	7,0	8	−17	6,8	4	−3	3,2	−31	8	1,1	−13	−33
2	23,0	−48	−169	10,2	−26	−4	6,1	−78	6	2,8	−62	−29
3	21,0	−89	−256	16,9	−61	0	12,8	−70	18	7,3	−72	−38
4	12,2	−61	−93	23,7	−13	12	17,8	−78	36	7,1	−82	−20
5	2,6	−50	−56	20,9	13	34	15,6	−15	59	11,3	−65	−20
6	27,1	−107*	−49	34,5	150	103	5,6	−122	132	8,7	−145	27
7	12,8	−137	20	23,2	131	222*	1,3	−83	191*	7,9	−155	53
8	7,7	−109	118	46,9	142	127	39,5	−79	153*	9,6	−169	30
9	0,0	−56	223	−8,5	−113	92	−15,2	−119	126	0,0	−193	54
10	−10,9	92	405	−20,3	−224	−92	−19,1	−117	−28	−3,9	−119	99
11	14,1	−25	157	−6,2	−100	18	−7,4	−123	65	−1,1	−150	40
12	9,0	−9	231	−1,7	−126	1	−4,8	−106	55	−1,1	−144	30
1 Febr.												
1^h a.	8,3	−59	148	−2,8	−126	14	−5,2	−123	49	−2,6	−123	32
2	2,3	−26	196	−7,3	−113	−41	−8,7	−85	14	−5,4	−101	29
3	0,0	−88	79	−2,9	−52	−51	−5,6	−56	13	−4,5	−80	8
4	−0,5	−68	62	1,7	−74	−16	−3,0	−89	20	−2,3	−88	6
5	−4,5	−69	24	0,8	−85	−13	−2,6	−89	21	−1,4	−85	2
6	−8,3	−65	52	8,5	−78	−13	4,3	−87	19	3,4	−79	−4
7	−3,8	−58	54	10,2	−65	−9	5,6	−79	26	3,2	−63	1
8	−3,8	−68	66	5,1	−65	−3	1,3	−66	31	2,3	−64	10

Tabelle V.

Mittlere Pawlow. Zeit. 1881.	Tifliss.			Pawlowsk.			Zika-wei.			Melbourne.		
	d	H	V	d	H	V	d	H	V	d	H	V
	−0°53′,3	2,5594	3,7331	0°50′,1	1,6328	4,6800	2°2′,1	3,2120	3,3611	−8°10′,0	2,3586	5,5700
	∂d	∂H	∂V	∂d	∂H	∂V	∂d	∂H	∂V	∂d	dH	∂V
31. Jan.												
2^h a.	3′,3	83	−17	0′,3	45	−39	1′,1	65	42	−2′,6	0	0
3	3,8	80	−15	5,3	39	−28	−3,0	62	36	−8,5	12	−5
4	4,5	82	−15	5,7	43	−27	−3,8	55	37	−12,0	12	−9
5	8,3	103	−20	15,5	38	−23	−0,5	47	27	−14,5	10	−12
6	4,6	113	−20	3,3	71	−37	1,3	62	21	−14,2	25	−16
7	4,4	103	−14	5,6	61	−34	1,4	64	19	−13,1	−1	−18
8	3,3	100	−15	7,4	56	−31	0,4	77	23	−13,1	−1	−21
9	3,2	75	−14	7,9	38	−31	−0,9	76	31	−12,1	9	−21
10	4,1	78	−25	9,8	40	−27	−0,9	57	39	−10,3	−40	−24
11	3,7	57	−27	3,9	31	−28	0,2	44	28	−6,2	−41	−35
Mittag	5,3	54	−23	4,1	27	−23	0,1	26	8	−4,6	−32	−40
1^h p.	4,4	44	−18	5,5	17	−20	−0,4	5	−12	−6,3	−38	−33
2	−2,3	−4	−4	1,1	−21	−6	−7,4	−4	−22	2,8	13	−37
3	2,1	−38	2	10,8	−10	19	−4,2	−30	−35	4,3	−41	−21
4	0,2	−62	4	6,3	2	102	1,6	−64	−39	8,5	−60	−23
5	−0,4	−83	12	28,2	60	199	−2,4	−18	−41	2,3	−43	−29
6	−12,0	−112	13	−18,4	1	194	−1,2	−85	−11	22,2	−48	−39
7	−6,2	−126	25	11,6	168	359*	−5,6	−69	−10	8,8	−54	−33
8	−8,4	−156	30	0,0	120	159	−2,7	−66	−8	14,6	−65	−32
9	−12,0	−164	29	−13,7	−122*	−98	−4,7	−92	−11	−5,7	−78	−29
10	−13,3	−132	18	−23,1	−363*	−144	−2,7	−59	−17	−2,3	−137	−33
11	−6,9	−72	7	−17,9	−64	−71	−2,1	2	−22	−0,9	−136	−29
12	−8,5	−66	17	−15,1	−83	−96	0,4	−33	−25	−6,8	−175	−12
1. Febr.												
1^h a.	−5,0	−61	14	−17,0	−62	−62	1,5	−37	−25	−0,8	−155	−13
2	−4,3	−36	9	−14,2	−127	−109	0,8	−24	−31	−2,8	−196	−15
3	0,2	−4	2	−1,8	−9	−69	2,5	−12	−31	−8,5	−190	5
4	−1,8	−30	8	−7,9	−23	−31	2,3	−3	−39	−8,9	−150	−10
5	−0,8	−14	7	−6,8	−23	−21	2,5	19	−47	−13,1	−156	−3
6	0,2	−32	12	−1,0	−37	−8	3,3	9	−45	−10,4	−135	−3
7	−0,6	−26	11	−0,1	−27	−2	2,5	21	−41	−10,3	−120	−13
8	−0,4	−17	7	−0,7	−9	3	2,0	35	−31	−8,5	−128	−12

Zu einer vorläufigen Orientirung habe ich vor der Hand für 4 Zeitpunkte, nämlich einen zu Beginn der grossen Störung und drei während verschiedenen Phasen derselben, die Werthe von ∂X, ∂Y und ∂Z, sowie von δ, γ, und S nach den Daten der Tabelle V berechnet und theile die Resultate in den folgenden Tabellen VI und VII mit.

Tabelle VI.

Ort.	Complement der Breite.	Oestl. Länge von Greenw.	Mittlere Pawlowsker Zeit: 31. Januar 1881.											
			2^h p.			8^h p.			10^h p.			11^h p.		
			∂X	∂Y	∂Z	∂X	∂Y	∂Z	∂X	∂Y	∂Z	∂X	∂Y	∂Z
Toronto	46°21′	280°30′	−0,00091	0,00604	−0,0169	−0,01108	0,00283	0,0118	0,00948	−0,00459	0,0405	−0,00288	0,00649	0,0157
Stonyhurst	36 9	357 32	−0,00418	0,00380	−0,0004	0,00532	0,02654	0,0127	−0,01755	−0,01713	−0,0092	−0,00832	−0,00633	0,0018
Kew	38 32	359 41	−0,00841	0,00049	0,0006	−0,01416	0,01696*	0,0153*	−0,00695	−0,01582	−0,0028	−0,01038	−0,00764	0,0065
Lissabon	51 18	350 51	−0,00647	−0,00027	−0,0029	−0,01806	0,00050	0,0030	−0,01039	−0,00635	0,0099	−0,01393	−0,00560	0,0040
Tifliss	48 17	44 47	−0,00043	−0,00171	−0,0004	−0,01569	−0,00601	0,0030	−0,01335	−0,00970	0,0018	−0,00728	−0,00502	0,0007
Pawlowsk	30 19	30 29	−0,00211	0,00049	−0,0006	0,00017	0,01199	0,0159	−0,03614*	−0,01150*	−0,0144	−0,00627	−0,00859	−0,0071
Zikawei	58 48	121 30	−0,00015	−0,00692	−0,0022	−0,00651	−0,00229	−0,0008	−0,00581	−0,00273	0,0017	0,00027	−0,00195	−0,0022
Melbourne	52 10s	145 0	0,00156	0,00172	−0,0037	−0,00501	0,01084	−0,0032	−0,01378	0,00038	−0,0033	−0,01355	0,00132	−0,0029

Tabelle VII.

Ort.	Geograph. Breite.	Länge von Greenwich.	Mittlere Pawlowsker Zeit: 31. Januar 1881.											
			2^h p.			8^h p.			10^h p.			11^h p.		
			δ	γ	S	δ	γ	S	δ	γ	S	δ	γ	S
Toronto	43°39′ n.	79°30′ w.	98°37′	− 54°56′	0,02064	165°42′	45°53′	0,01643	334° 9′	75°25′	0,04185	113°57′	65°39′	0,01723
Stonyhurst	53 51	2 28	137 43	− 4 3	0,00566	78 40	25 8	0,02990	224 19	− 20 34	0,02619	217 15	9 46	0,01061
Kew	51 28	0 19	176 41	4 4	0,00845	129 51	34 42	0,02688*	246 17	− 9 12	0,01751	216 21	26 45	0,01444
Lissabon	38 42	9 9	182 23	− 24 8	0,00709	178 24	9 9	0,01885	211 26	39 6	0,01570	201 55	14 55	0,01554
Tifliss	41 43	44 47 o.	255 58	− 12 49	0,00180	200 57	10 7	0,01703	215 59	6 14	0,01660	214 37	4 32	0,00887
Pawlowsk	59 41	30 29 o.	166 52	− 15 30	0,00225	0 50	52 57	0,01992	197 39 *	− 20 48 *	0,04056*	233 52	− 33 43	0,01279
Zikawei	31 12	121 30 o.	268 43	− 17 36	0,00728	199 52	− 6 28	0,00711	205 11	− 14 50	0,00664	277 51	− 48 7	0,00295
Melbourne	37 50 s.	145 0 o.	47 45	− 57 55	0,00437	114 49	− 15 0	0,01236	178 24	− 13 27	0,01418	174 26	− 12 2	0,01392

In den 3 Tabellen V — VII sind unsichere, d. h. von Daten, die durch Interpolation von Lücken in den Curven entstanden sind, abhängige Werthe durch einen beigesetzten Stern (*) gekennzeichnet.

Die ersten Rubriken der Tabelle VI geben die von Gauss in seiner «Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus» [1]) mit u und λ bezeichneten Grössen, um eventuell untersuchen zu können, ob und inwiefern die Componenten der störenden Kraft für verschiedene Orte den Relationen:

$$\partial X = -\frac{1}{R} \cdot \frac{\partial . P}{\partial u},$$

$$\partial Y = -\frac{1}{R . \sin u} \cdot \frac{\partial . P}{\partial \lambda},$$

$$\partial Z = -\left(\frac{\partial . P}{\partial r}\right)_{r=R},$$

entsprechen, wo P eine Function der 3 Variabeln u, λ und r (r = Abstand des Ortes vom Erdcentrum) resp. das Potential der störenden Kraft und R den Radius der Erde darstellen. Die nähere Betrachtung der Werthe der Tabelle VII hat mir indessen gezeigt, dass die vorliegenden Daten offenbar nicht genügend sind, um eine derartige Berechnung lohnend erscheinen zu lassen.

Wenn wir uns nämlich die Resultate der Tabelle VII durch Auftragung auf einer Kugeloberfläche in ihrer gegenseitigen Beziehung veranschaulichen, so ergeben sie für die einzelnen Stunden folgende Aufschlüsse über die ungefähre Lage der Störungscentren

Termin von 2^h p. m. Pawlowsker Zeit.

In *Toronto*, *Lissabon* und wohl auch *Tifliss* scheint von einem in ungefähr 50° w. Länge und 50° n. Breite ziemlich tief im Erdinnern gelegenen Störungsherd eine *abstossende* Kraft auf den Nordpol der Magnetnadel ausgeübt worden zu sein.

Die Daten für *Pawlowsk*, *Kew* und *Stonyhurst* weisen auf eine zweite störende Kraft hin, welche von einem in 40 — 50° östl. Länge und 70° n. Breite nahe an der Oberfläche gelegenen Punkte ausging und ebenfalls *abstossender* Natur war.

Für *Zikawei* und *Melbourne* muss man je besondere Störungsherde annehmen und zwar beim erstern auch mit *abstossender*, beim letztern aber mit *anziehender* Kraft auf den Nordpol der Nadel.

Termin von 8^h p. m. Pawlowsker Zeit.

Die störenden Kräfte in *Toronto*, *Lissabon*, *Stonyhurst*, *Kew*, *Pawlowsk* und *Tifliss* können wenn nicht auf einen, so doch auf zwei sehr nahe liegende Störungsherde in unge-

1) Resultate aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahre 1838 S. 1.

gefähr 15° östl. Länge und 53° n. Breite und in einer Tiefe von etwa $1/8$ Erdradius zurückgeführt werden, wobei auf den Nordpol der Nadel eine *anziehende* Kraft ausgeübt wurde.

In *Zikawei* dagegen wurde der Nordpol der Nadel zur gleichen Zeit *abgestossen* und zwar von einem gegen NNW hin gelegenen Punkte aus, während in *Melbourne* wieder *Anziehung* aus WSW erfolgte.

Termin von 10^h p. m. Pawlowsker Zeit.

Zu dieser nahe dem Maximum der Intensitätsstörung liegenden Zeit scheint in *Toronto* eine besondere, von einer im SSW gelegenen Stelle ausgehende Störungskraft *anziehend* auf den Nordpol der Nadel gewirkt zu haben.

Für *Lissabon* und *Tifliss* lässt sich ein gemeinsamer *anziehender* Störungsherd in 20 — 30° westl. Länge und 60 — 70° n. Breite etwas über $1/4$ Erdradius tief unter der Oberfläche annehmen und ein 3-ter *abstossender* Störungsherd in 60 — 70° westl. Länge und 70° n. Breite und geringerer Tiefe würde die Erscheinungen in *Stonyhurst*, *Kew*, *Pawlowsk* und *Zikawei*.

Die Daten für *Melbourne* weisen auf einen im Süden gelegenen den Nordpol *anziehenden* Störungspunkt hin.

Termin von 11^h p. m. Pawlowsker Zeit.

Toronto, *Stonyhurst*, *Kew*, *Lissabon* und *Tifliss* dürften zu dieser Zeit von einem einzelnen in ungefähr 40° westl. Länge und 60° n. Breite auch etwa $1/4$ Erdradius tiefen *anziehenden* Störungsherde aus influirt worden sein, während die Daten für *Pawlowsk* und *Zikawei* auf besondere *abstossende* Störungscentren, beim erstern nach NW, beim letztern nach WSW gelegen, hinweisen.

Für *Melbourne* gilt dasselbe wie um 10^h p.

Zur Vereinfachung haben wir bei dieser Betrachtung mehrere in Wirklichkeit nicht haltbare Voraussetzungen gemacht, nämlich vor Allem die, *dass die störende Kraft an jedem Ort nur von einem Punkt in ihrer Richtungslinie* ausgehe und nicht etwa die Resultirende einer Reihe von verschiedenen Kräften sei, also auch die verschiedenen Störungscentren sich nicht gegenseitig influenciren; ferner dass die Lage der Ausgangspunkte der Störung mehr nach der Richtung als nach der Intensität der verschiedenen Kräfte zu beurtheilen sei, endlich dass da und dort die Unsicherheit der normalen oder mittleren Werthe nicht zu berücksichtigende Abweichungen von den Daten benachbarter Orte bedingt haben. Letzteres gilt besonders von dem Zeichen des Winkels γ für 2^h p. m. in Kew.

Gleichwohl lassen sich aus den obigen angenäherten Resultaten über die Störungsherde und ihre Wirkung einige Schlüsse ziehen, welche auf eine gewisse Sicherheit Anspruch machen können.

Zunächst folgt daraus, dass das Potential der störenden Kräfte in jedem der betrachteten Fälle jedenfalls eine zu complicirte Function von u, λ und r ist, um auf Grundlage

der vorhandenen Daten — selbst wenn man alle 12 Orte zur bezüglichen Untersuchung herbeiziehen würde — eine nur einigermaassen befriedigende und die Mühe lohnende Bestimmung derselben erhoffen zu können. Dies ist, wie schon oben erwähnt, der Grund, warum ich in dieser Richtung eine weitergehende Bearbeitung aufgab.

Wenn, wie es nach den bisherigen Erfahrungen im Allgemeinen der Fall zu sein scheint, die Störungen in mässigen Breiten für alle, auf nahezu demselben Meridian gelegenen Orte gleichartige sind, so ist zu erwarten, dass, wenn der eine nördlich vom magnetischen Aequator, der andere südlich davon gelegen ist, bei beiden die Wirkungen auf denselben Magnetpol entgegengesetztes Zeichen haben werden. Dies ist nun in der That bei *Zikawei* und *Melbourne*, welche jene Bedingung durch ihre Lage angenähert erfüllen, wie wir gesehen haben, zu allen 4 Zeiten der Fall. Dagegen gilt dies nicht von *Toronto* und *Melbourne*, obschon beide eine ganz entsprechende Lage, das eine zum magnet. Südpol (im Norden), das andere zum magnetischen Nordpol (im Süden) haben.

Ferner sehen wir, dass alle Störungsherde, auf welche die Daten von mindestens zwei Orten mit grösserer Sicherheit hinweisen, in *höhern* Breiten gelegen sind und damit auch wieder der Nordlichtsgürtel als Hauptsitz der Störungsursachen bezeichnet wird.

Aus dem Umstand, dass die vom Nordlichtgürtel entfernten Orte Lissabon und Tifliss in allen 4 Fällen einen gemeinsamen, wenig unter dem Horizont gegen N hin gelegenen Störungsherd, dagegen die ihm nähern Orte Europas: Stonyhurst, Kew und Pawlowsk bald mit jenen gemeinsame, bald andere und auch unter sich verschiedene Störungsherde besitzen, können wir endlich schliessen, dass mehrere, aber nicht sehr weit entfernte Punkte jenes Gürtels als Ausgangspunkte der Störungen in Europa zu betrachten sind.

Wir haben gegenwärtig sehr begründete Hoffnung, dass diese und andere Fragen mehr über die nähern und fernern Ursachen der magnetischen Störungen auf Grundlage des reichen Beobachtungsmaterials, welches in diesem und im nächsten Jahr die internationalen Polar-Stationen im Verein mit allen bisherigen magnetischen Observatorien der übrigen Erdzonen sammeln werden, verhältnissmässig leicht und sicher zu entscheiden sein werden. Ich stehe daher davon ab, hier an die bisherige Untersuchung weitere Speculationen darüber anzuknüpfen, für deren Erhärtung die vorliegenden sehr beschränkten Beobachtungsdaten doch nicht ausreichen würden. Ich werde mich vor der Hand ganz befriedigt fühlen, wenn es mir, gerade im Hinblick auf das erwähnte grosse Unternehmen, durch diese Untersuchung gelungen sein sollte, die betreffenden Forscher auf die Wichtigkeit nicht bloss der genauen Beobachtung der Variationen aller drei Elemente, sondern auch der möglichst genauen Bestimmung der absoluten Grössen derselben und deren sichere Verbindung mit den Variations-Beobachtungen aufmerksam gemacht zu haben. Wenn die Ableitung der störenden Kräfte aus den Beobachtungen von Erfolg begleitet sein soll, so ist es durchaus nothwendig, den Abweichungen sichere Mittel- oder Normal-Werthe der einzelnen Elemente des Erdmagnetismus zu Grunde zu legen und diese können eben nur auf jener Basis gewonnen werden.

Anhang.

I. Verbesserte Werthe der Intensität und Inclination in Kew während der magnetischen Störung im August 1880[1]).

Mittlere Pawl. Zeit.	Horizontal-Intensität.	Vertikal-Intensität.	Ganze Intensität.	Inclination.	Mittlere Pawl. Zeit.	Horizontal-Intensität.	Vertikal-Intensität.	Ganze Intensität.	Inclination.
Aug. 12. 1^h a.	1,7945	4,3800	4,7334	67°43,′3	Aug. 13. 1^h a.	1,7956	4,3738	4,7280	67°40,′8
2	988	786	337	40,0	2	876	698	213	45,1
3	963	805	345	42,2	3	941	731	268	41,6
4	968	811	352	42,0	4	933	723	258	41,9
5	968	814	355	42,1	5	8034	728	301	35,3
6	973	816	359	41,8	6	7929	726	259	42,3
7	970	816	358	42,0	7	965	735	281	40,1
8	968	818	359	42,2	8	977	753	302	39,8
9	964	818	357	42,5	9	928	759	289	43,3
10	954	813	349	43,0	10	927	776	304	43,8
11	965	815	355	42,3	11	907	780	301	45,3
Mittag	965	814	354	42,3	Mittag	891	790	304	46,6
1 p.	961	804	343	42,3	1 p.	904	798	316	46,0
2	862	792	295	48,6	2	914	803	325	45,4
3	978	835	378	42,0	3	970	832	373	42,5
4	8020	830	390	39,0	4	942	837	367	44,5
5	030	882	442	39,8	5	943	833	363	44,3
6	017	948	498	42,5	6	965	844	382	43,1
7	7945	932	456	46,9	7	8066	851	427	36,5
8	928	887	408	46,8	8	007	860	413	40,7
9	955	869	401	44,5	9	7998	832	383	40,6
10	8026	832	394	38,7	10	985	822	369	41,2
11	015	815	374	39,0	11	956	798	336	42,5
12	7940	796	328	43,5	12	937	796	327	43,7

1) Ist an Stelle von Tabelle II in meiner Abhandlung: Ueber das magnetische Ungewitter vom 11.—14. August (n. St.) 1880 (Bulletin de l'Acad. T. XXVII. p. 282) zu setzen.

Mittlere Pawl. Zeit.	Horizontal-Intensität.	Vertikal-Intensität.	Ganze Intensität.	Inclination.	Mittlere Pawl. Zeit.	Horizontal-Intensität.	Vertikal-Intensität.	Ganze Intensität.	Inclination.
Aug. 14. 1^h a.	1,7913	4,3784	4,7307	67°45,′0	Aug. 14. 1^h p.	1,7912	4,3814	4,7334	67°45,′9
2	896	746	265	45,1	2	924	813	338	45,0
3	952	765	304	41,8	3	927	821	346	45,0
4	946	760	297	42,1	4	932	827	354	44,9
5	968	749	295	40,3	5	951	837	370	43,9
6	933	767	298	43,2	6	950	832	365	43,8
7	969	762	307	40,6	7	956	838	373	43,6
8	894	780	296	46,1	8	970	842	382	42,7
9	932	802	330	44,2	9	956	840	375	43,6
10	919	816	338	45,4	10	954	835	369	43,6
11	913	817	337	45,9	11	968	827	367	42,5
Mittag	909	819	337	46,2	12	957	820	357	43,0

Amplitude der Störungen

1. Störung	—	0,0083	in absolutem Gauss'schen Maasse mm. mg.
2. »	0,0408	0,0250	
3. »	0,0202	0,0129	

II. Nachrichten über das Nordlicht in der Nacht vom 31. Januar zum 1. Februar (n. St.) 1881.

In der fraglichen Nacht wurde Nordlicht beobachtet in:

Russland: *Archangelsk*, *Irbit*, *Katharinenburg*, *Istobenskoe*, *Mokroussowa*, *Turuchansk*, *Barnaul*, *Wjatka*, *Staro-Ssidorowa*, *Baltisch-Port* nach den im physical. Central-Observatorium eingelaufenen meteorol. Journalen.

Finland: *Helsingfors* (nach dem Helsingforser Tagblatt), *Kittilä-Enare*, *Tenala*, *Hollola*, *Thusby*, *Parkano* nach Mittheilungen des Herrn Professor Nordenskiöld, Director des meteorol.-magnet. Observatoriums in Helsingfors.

England: *Stonyhurst* nach Mittheilungen des Herrn Perry, Director des Observatoriums; *Aberdeen* nach der Witterungsdepesche.

Holland: *Gröningen* nach Mittheilungen von Herrn Gronemann.

Belgien: *Croix*, *Messines;* sieh «Ciel et Terre du 15 Février 1881».

Deutschland: *Buxtehude* bei Hamburg, sieh «Klein's Wochenschrift für Astronomie. Februar 1881».

München nach Mittheilungen von Herrn Feldkirchner, Assistent der Sternwarte Bogenhausen.

Oberitalien: *Moncalieri*, *Volpeglino*, *Allessandria*, *Parma* sieh: F. Denza, Intorno alla Aurora Polare del 31 gennaio 1881. Atti della R. Acad. delle Scienze di Torino. Vol. XVI. p. 739 Giugno 1881.

Canada: an 28 Orten nach dem folgenden von Herrn Carpmaël, Director des Observatoriums in Toronto mitgetheilten Verzeichniss:

Place	Province	
Fort Garry	Manitoba	Aurora. Class IV a. m. and again 7 — 11 p. m.
Poplar Heights	»	do » IV night of 30-th — Class III a. m. of 31-st. Night observation wanting. Observer.
Meadow Sea	»	Aurora Class IV.
Clinton	B. Columbia	Aurora visible.
Pembroke	Ontario	7. 30 p. m. Aurora very beautiful and brilliant.
Ottawa	»	9 p. m. Brilliant Aurora flashing streamers to Zenith and easterly.
Cornwall	»	Aurora Class III 9 p. m.
Manitowaining	»	Aurora seen very finely.
Prince Arthurs Landing	»	Aurora at 8 p. m. No remarks.
Sangeen (?)	»	do. 10 p. m. Class III — No remarks.
Beatrice	»	Aurora Class IV 9 p. m.
Egremont	»	Aurora » IV 9 p. m.
Gravenhurst	»	Splendid display of Aurora. All the different phases seen.
Aylwin	Quebec	Aurora 7 p. m.
Huntingdon	»	Bright Aurora at 8 p. m.
Chicontimi	»	Aurora III class 9 p. m.
Cranbourne	»	Aurora III » 9 p. m.
Quebec	»	Aurora II » 8 to 9 30 p. m.
Montreal	»	do. 7, 20 p. m. Class III with streamers. Three arches (low) for a few minutes, changing to one hight arch, inner edge sharply defined.
Chatham	New Brunswick	Aurora at 10, 45 p. m. Class IV. — A brilliant display is reported to have taken place about 4 am of the 1-st February — during a temporary break in the Clouds it was seen by a person who reported it to me (G. A. Blair).
St. Andrews	» »	Aurora at 8, 30 p. m. Class IV — No remarks.
Fredericton	» »	Aurora early in the evening.
St. John	» »	Aurora 10 p. m.
Le Prean	» »	Aurora II class 6, 30 to 11 p. m.
Dorchester	» »	Aurora very brilliant.

Halifax	Nova Scotia	Aurora Class IV from 11 p. m. — Cleared up then.
Truro	»	Aurora — among clouds.
St. Johns	Newfoundland	Aurora at 8 p. m. Class IV — No remarks.

Folgende nähere Beschreibungen des in verschiedenen Orten beobachteten Nordlichts sind mir freundlichst mitgetheilt worden:

1. Katharinenburg.

Lichterscheinungen waren von verschiedenen Personen ungefähr um 7^h Ab. bemerkt worden; im Observatorium wurden dieselben des Waldes wegen später sichtbar, als um 7^h $20'$ Ab. blasse Säulen erschienen, die 3 Mal heller als die Milchstrasse waren. Vom Beginn der Erscheinung und bis zum Ende derselben war die Luft vollkommen still. Anfangs waren aber Schicht-Wolken (strati) in sehr geringer Anzahl bemerklich. Um 7^h $20'$ bot das Nordlicht den Anblick eines dunklen Bogens mit davon ausgehenden Strahlen nach oben und unten. In allen Theilen der Erscheinung waren die Sterne bis zur 4. Grösse deutlich sichtbar. Das Licht erhob sich wie in Wellen von unten nach oben, und die niedrigen Säulen oder Strahlen, deren Glanz variirte, schienen sich gleichsam nach verschiedenen Richtungen fortzubewegen. Von 7^h $40'$ verschwanden die Säulen mehr oder weniger, die Corona aber blieb sehr bemerkbar, indem sie zeitweilig in ihrer Intensität variirte.

Um 10^h $11'$ Erscheinen wieder deutliche Säulen von weisser Farbe.

11^h $11'$ Die Säulen erreichen das Maximum ihrer Dimensionen und ihres Glanzes und erheben sich um 2° über den Polarstern; das beleuchtete Gebiet erstreckt sich bis 70° über den Horizont. Durch alle Theile des Nordlichtes sind die Sterne deutlich sichtbar. Die Strahlen erheben sich gleichsam hinter der Corona, erreichen in Wellen ihre grösste Höhe, und fallen von dort wie ein vertikaler, goldiger Regen herab, indem sie zusammen gleichsam ein durchsichtiges Netz aus den feinsten Seidenfäden bilden.

12^h $31'$ Das Licht erreicht den 30°; strati in einer Höhe von 15°.

12^h $36'$ Das Licht ist schwach, die Säulen nicht vorhanden; Sterne 1. und 2. Gröss und ebenso Sternschnuppen sind vollkommen sichtbar, sowohl im schwarzen Streifen als auch an den hellen Stellen der Erscheinung.

12^h $46'$ Das Licht ist sehr schwach.

1^h $16'$ Im NNE wird es wieder heller.

1^h $26'$ Das Licht ist etwas stärker und wogt von unten nach oben.

1^h $36'$ Im NNW erscheint ein Flecken, wie die Basis einer Säule, der schwarze Streifen schwankt in vertikaler Richtung.

1^h $41'$ Im N wird es heller bis zu 20°; der schwarze Streifen hebt sich scharf ab.

1^h 51′ Im N erscheint eine Säule, darauf einige andere, die grösste im NNE bis zu 25°.
2^h 1′ Die Säulen sind verschwunden.
6′ Drei schwache Säulen im N und NNW.
11′ Eine ziemlich helle Säule unterhalb einer Wolke im N ¼ NW.
16′ Säulen sind nicht vorhanden, aber das Licht dauert fort.
21′ Einige undeutliche Säulen im N und NW, die eine Höhe von 25° erreichen.
31′ Eine ziemlich helle Säule im N, kaum merklich gegen W geneigt; ferner im NW undeutliche Säulen; die Wolke ist nach E fortgezogen.
36′ Die Säulen sind verschwunden.
41′ Das Licht mehr im NNE.
51′ Das Licht ist schwach.
56′ Das Licht ist sehr schwach.
3^h 6′ Das Licht ist verschwunden.

O. Clerc.

2. Helsingfors.

Am 31. Januar (n. Styls) wurde Abends von vielen Personen eine eigenthümliche Naturerscheinung beobachtet, ein *Nordlicht im Süden!* Der Himmel war bedeckt von leichtem Gewölk und Nebel, die über der Erde schwebten. Es war Neumond und doch um 8 Uhr Abends wenigstens ebenso hell, wie bei Vollmond. Das Licht entsprang einer nordlichtähnlichen Erscheinung, die theils im Süden, theils höchst am Himmel, kein einziges Mal aber im Norden zu sehen war. In einer Phase zeigte sich die Erscheinung als ein lang ausgezogenes helles Band mit den bekannten Nordlichtflammen, die jedoch intensiver als gewöhnlich waren; im nächsten Augenblick bildete das Band einen flammenden Ring, der gleich wieder erlosch und dann nochmals an einem andern Orte auftrat. In Folge der Nebel, die unter den eigentlichen Wolken schwebten, erschien dieses Nordlicht, oder dieses sonderbare electrische Licht, in abwechselnden Regenbogenfarben, und bot bei den schnellen Abwechselungen einen prachtvollen Anblick. — Um 9 Uhr 10 Minuten Abends war alles aus und — dunkel.

Helsingfors Dagblad vom 14. Febr. 1881.

3. Nördliches Finnland zwischen Enare und Kittilä.

Mr. Waenerberg, qui se trouvait alors en voyage entre Enare (lat. 68° 57′; long 44° 58′) et Kittilä (lat. 67° 30′; long. 42° 42′), décrit une aurore boréale des plus magnifiques, qui se montra dans la dite nuit. A 9 heures du soir, elle commença à s'étendre rapidement du zénith; à 14^h 20^m, il n'en resta que quelques raies luisantes à l'horizon. La description de Mr. Waenerberg est encore d'un certain intérêt par le rapport assuré que cette

aurore boréale était accompagnée d'un phénomène acoustique. Arrivés au lac de Mennisjärvi, Mr. Waenerberg et ses compagnons furent convaincus que le lieu de poste, situé au delà du lac, était tout à fait en flammes. Menant, pour cela, les rennes à toutes brides, ils passèrent le lac, et, à leur grand étonnement, les maisons étaient intactes. Mais pendant quinze minutes à peu près, on y entendait un bruit petillant, semblable à celui du fer rouge ou du plomb fondu que l'on fait tomber dans l'eau.

Extrait d'une lettre de Mr. N. K. Nordenskjöld.

4. Gröningen in Holland.

Das ansehnliche Nordlicht vom 31. Januar 1881 scheint hier zuerst um $6\frac{1}{2}$ U. Abends gesehen worden zu sein. Herr Dr. Ebertz, Assistent an der hiesigen Universität, sah damals einen einzigen Strahl, war jedoch in Ungewissheit, wegen der Gaserleuchtung der Stadt, ob er sich nicht vielleicht täusche. Von einem Freunde aufmerksam gemacht, kam ich einige Minuten vor 7 auf die Strasse und eilte zum Thurme unserer höheren Bürgerschule, wo die Aussicht nach N. frei ist, und wo mein Freund, Herr J. C. Kapheyn, Professor der Astronomie, sich später zu mir gesellte und einen grossen Theil des Folgenden mit mir beobachtete.

7 U. Maximum der Erscheinung. Ein niedrig hangender Nebel, durch das Strassenlicht erhellt, wirkt störend. Dennoch sah ich im N. eine weisslich grüne Lichtmasse zu vielleicht 30° Höhe emporsteigend, sehr unregelmässig gebildet. Ferner: sehr schöne, scharfe, lange und gradlinige Strahlen und Strahlenbündel, meistentheils weisslich und namentlich im W. röthlich. Diese Strahlen kommen in der Nähe der Plejaden fast an einander, an der nördlichen Hälfte des Himmels, doch eine eigentliche Krone, als Lichtflecken, kommt nicht zu Stande. Später bleiben die Strahlen niedriger, vielleicht unter 35°. Auf dem Thurme angekommen (ungef. 7 U. 10) überraschten mich prachtvolle Lichtwellen, horizontal ausgebreitet, mit Bases von 10 bis 20°, mit grosser Geschwindigkeit empor eilend. Sie waren über einem dunkeln Segmente, *von sehr unregelmässiger Form* sichtbar und entstanden nicht weit darüber, verschwanden allmählich, während sie in die Höhe flogen und dauerten nur kurze Zeit. Das Segment war fast undurchscheinend, dergestalt, dass nur Wega sehr schwierig hindurchschien. Der Uebergang in den Lichtrand, der vielleicht 2° breit war, war verwaschen, wie die obere Grenze des Letztern.

Im Segmente befanden sich hier und da hineinragende Lichtsäulen. Alle Lichterscheinungen waren jetzt weisslichgrün.

Ungef. 7 U. 13. Im W. intensiv rothes Licht in den dort anwesenden Strahlen und eine weissliche, zarte Lichtmasse in Cassiopeia.

7 U. 15. Aus dem Lichtsaume des Segmentes ein hinaufreichender und ein anderer, in das Segment hinabreichender Strahl, sehr dicht bei einander, unter Polaris. — Der ver-

waschene Unterrand des Lichtsaumes liegt hart über Wega. — Lichtwellen erheben sich unter Deneb. In der dort anwesenden Lichtmasse sind keine Sterne unter der 3-ten Grösse sichtbar. —

7 U. 20. Es sind Strahlen über dem ganzen Segmente entstanden. Dieses ist nun mehr regelmässig begrenzt, aber sehr flach gekrümmt. — Schönes Strahlenbündel durch Deneb, und ein zweites, auch auf dem Segmentbogen ruhendes in der Lothlinie von γ β Ursae Minoris. Die Strahlen sind nun alle weisslich grün. Zur Vergleichung glänzt die Venus im W. sehr hell. —

7 U. 23. Ein Strahl genau durch ε ζ η Urs. maj. und ein schönes Bündel hart links von ε Cygni. Der Segmentsaum jetzt wieder sehr unregelmässig. Unter Polaris ein abgesondertes, dünnes, hellweisses Bogenstück mit einer horizontalen Sehne von beiläufig 30°, über dem gewöhnlichen Segmentrande und von grösserer Krümmung, viel regelmässiger gebildet.

7 U. 25. Das Strahlenbündel links von ε Cygni ist roth geworden. — In das Segment hinunter ragender Strahl in der Lothlinie von Cassiopeia. Der Lichtsaum am stärksten erleuchtet unter Polaris.

Ung. 7 U. 28. In das Segment hineinreichender Strahl hart rechts von Wega.

7 U. 30. Allgemeine Wiederauflebung des Strahlenphaenomens über dem ganzen Lichtraume. Die Grenze des dunkeln, sehr undurchsichtigen Segmentes ungefähr 1 Grad unter Wega, welche fast ganz erloschen ist.

7 U. 33. Strahlenbündel links von α — η Urs. maj. — Das grünlichweisse «Lichtmeer» (Flögel) reicht westlich bis η Pegasi, östlich bis zum kleinen Löwen und zu den Pfoten des Gr. Bären.

7 U. 36. Der Lichtbogen des Segmentes jetzt vollständig ausgespannt und ziemlich regelmässig stets von fast gleicher Höhe als früher.

7 U. 40. Allgemeine Ermattung des Lichtes. Die Westgrenze reicht bis zur verticalen Diagonale des Quadrats von Pegasus, (α Andr. — α Pegasi). — Wega fast ganz erloschen.

7 U. 42. Das Maximumlicht des Segmentsaumes ist nun senkrecht unter Cassiopeia.

7 U. 43. Leichte, dunkle Wolkenmassen werden mit grosser Eile vor dem Lichtbogen hin getrieben (W — O). Im Süden des Himmels bleibt alles klar, wenn man den von der Stadt erleuchteten Nebel aussondert.

7 U. 45. Wega fast unsichtbar. Die dunkeln Wolkenmassen vermehren sich und erlöschen α Pegasi.

7 U. 50. Die Westgrenze des «Lichtmeeres» welche inzwischen das ganze Quadrat von Pegasus ausgefüllt hat, ist wieder zu der vert. Diagonale zurückgekehrt.

7 U. 55. Wega unsichtbar im dunkeln Segmente. Venus erlischt auch. Die Südhälfte des Himmels bleibt klar.

(Die Beobachtung abgebrochen um ein Spectroskop herbei zu holen.

8 U. 15. Alles im Nebel, selbst Venus und Orion. Dies bleibt bis 11 U. der Fall, wo die weitere Beobachtung eingestellt ward [1]).

H. J. H. Gronemann.

5. Stonyhurst bei Blackburn (England).

The commencement of the aurora (January 31, 1881) consisted in the sudden lighting up of various portions of the sky by patches of white cloud, the northern horizon remaining constantly bright, and sending forth vertical streamers. The general appearance of the heavens was that of a smooth lake ruffled here and there every other second by fitful gusts of wind.

At 6 45 pm. no ordinary clouds could be seen, but the flashes of white light were incessant and varied continually in position. The light was strongest towards the North-east horizon, but the whole of the North was well lit up from North-east to West.

At 6 50 the streamers from the horizon increased in length and enveloped Polaris.

At 6 55 the number of the streamers increased and springing from the whole Northern horizon, traversed an imperfect arch of white light which passed between ε and ζ Ursae and just below β and γ Ursae Minoris.

At 6 57 streamers 10° West of North passed from the horizon trough the zenith, and the display was becoming very brilliant when I was obliged to enter the observatory for a few minutes to observe an eclipse of Jupiter's second satellite.

On Returning to the garden at 7^h 5^m nothing remained of the Aurora except patches of white light in different parts of the heavens, and a strong glow in the North. Using a hand spectroscope I could see the green auroral line very strongly marked in every part of the sky, but no other line was visible.

There was no change in the phenomenon until 7^h 45^m, when a most brilliant cone of light of a reddish hue darted from between α and γ Aquarii, and developed almost immediately into a number of streamers which stretched out towards the Pleiades, this cluster being then some 30° from the zenith towards the West of South. Other streamers also appeared near the horizon from the West point to East of North.

A lull succeeded this display, followed at 8^h 15^m by a grand outburst of red streamers from Aquarius and also from near Orion both converging towards the Pleiades, those from Aquarius being the brightest. These were visible for at least six seconds along with other rays in the North West.

Cloud and haze were then collecting fast and seven tenths of the sky was already ob-

---

1) Es muss hier noch im Allgemeinen bemerkt werden, dass an den Strahlen keine Bewegung, weder in die Länge, noch seitlich beobachtet wurde.

scured. During this Aurora the three self-recording magnets were very much disturbed, their movements being all rapid and extended. During the whole of the morning of the 31-st. the Declination was very irregular but it was only about noon that tho storm began in earnest. From 3 30 until 9 p. m. the Declination Magnet was oscillating incessantly in long vibrations, several of fully a degree in extent; and between 7 53 and 8 p. m. the Western bearing increased by 1° 37′ 24″. Many other movements were nearly equally rapid, but not so extensive. The movements of the horizontal force Magnet were irregular from Noon till after Midnight, and they were very much exaggerated between 3 45 p. m. and 8 15; the most rapid change was the remarkable diminution of $2^{in}1$ in the ordinate between 6 14 and 6 20 p. m.; this was preceded by a very quick rise, and followed by another, nearly equallz sharp.

The Vertical force Magnet was most irregular between 2 p. m. on 31-st and 1 am on the morning of 1-st. The extreme maximum was attained at $4^h\ 20^m$, and the two principal Minima at $8^h\ 12^m$ p. m., and 12^m after Midnight. The Movement was most rapid at 8 p. m., and this principal disturbance on all the curves coincided with the grand outbursts of red streamers which converged towards a point some 30° south of the zenith.

Stonyhurst Observatory S. J. Perry.

Declination.

1. Februar 1881.

10ʰ p.		Mittern.		2ʰ a.		4ʰ a.		6ʰ a.		8ʰ a
									Länge von Pawlowsk aus	

Tafel I.

Mittlere Zeit von Pawlowsk.

Declination. Declination.

30. Januar 1881. 31. Januar 1881. 1. Februar 1881.

8h p. 10h p. Mittern. 2h a. 4h a. 6h a. 8h a. 10h a. Mittag 2h p. 4h p. 6h p. 8h p. 10h p. Mittern. 2h a. 4h a. 6h a. 8h a.

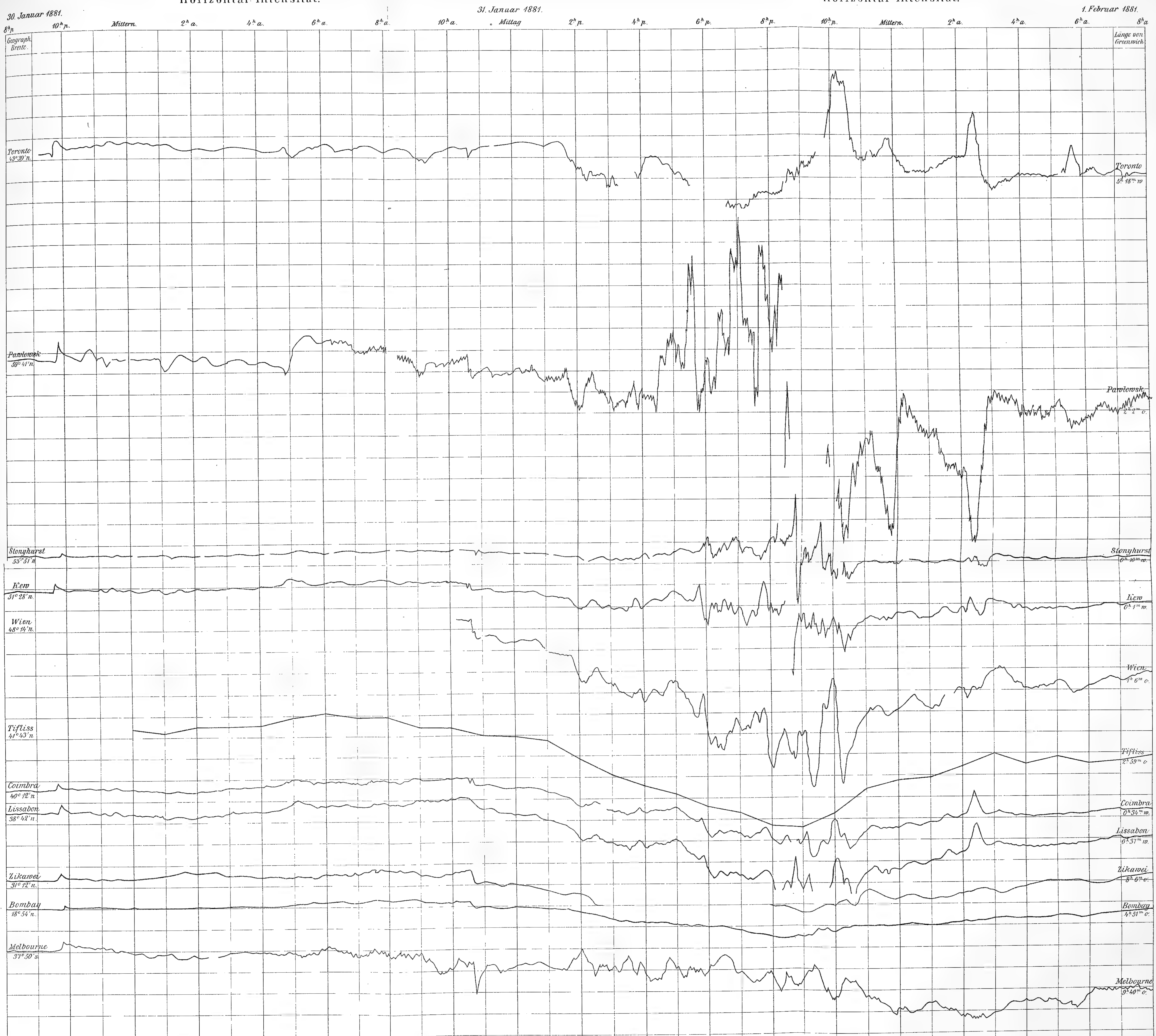
Geograph. Breite.	Station	Länge von Pawlowsk aus
43° 39′ n.	Toronto	7h 20m w.
59° 41′ n.	Pawlowsk	2h 2m östl. v. Greenwich
53° 51′ n.	Stonyhurst	2h 12m w.
51° 28′ n.	Kew	2h 3m w.
52° 5′ n.	Utrecht	1h 41m w.
50° 51′ n.	Brüssel	1h 45m w.
48° 14′ n.	Wien	0h 56m w.
41° 43′ n.	Tifliss	0h 57m o.
40° 12′ n.	Coimbra	2h 36m w.
38° 42′ n.	Lissabon	2h 39m w.
31° 12′ n.	Zikawei	6h 4m o.
18° 54′ n.	Bombay	2h 49m o.
37° 50′ s.	Melbourne	7h 38m o.

Horizontal-Intensität.

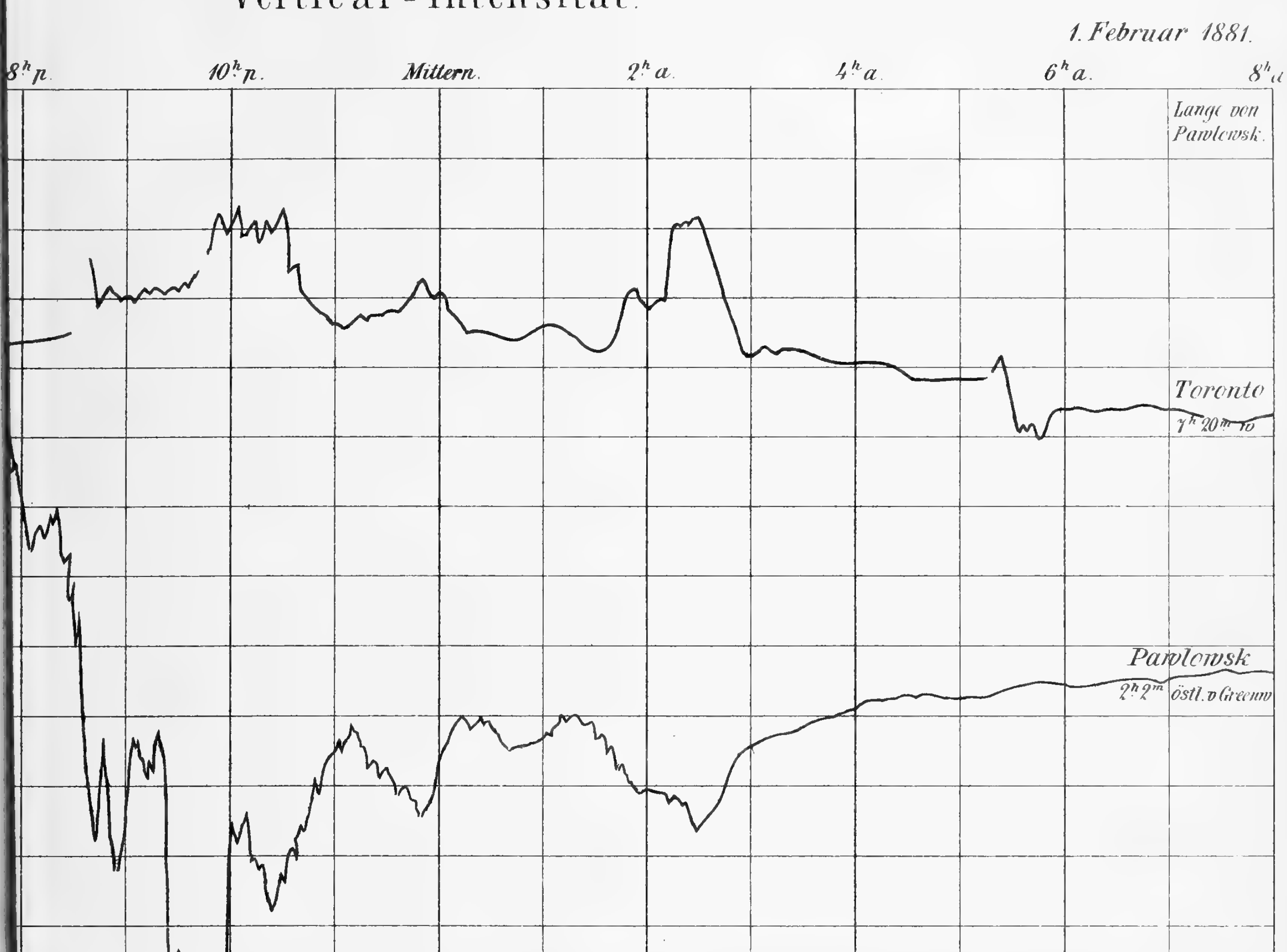
Tafel II.

Mittlere Zeit von Pawlowsk.

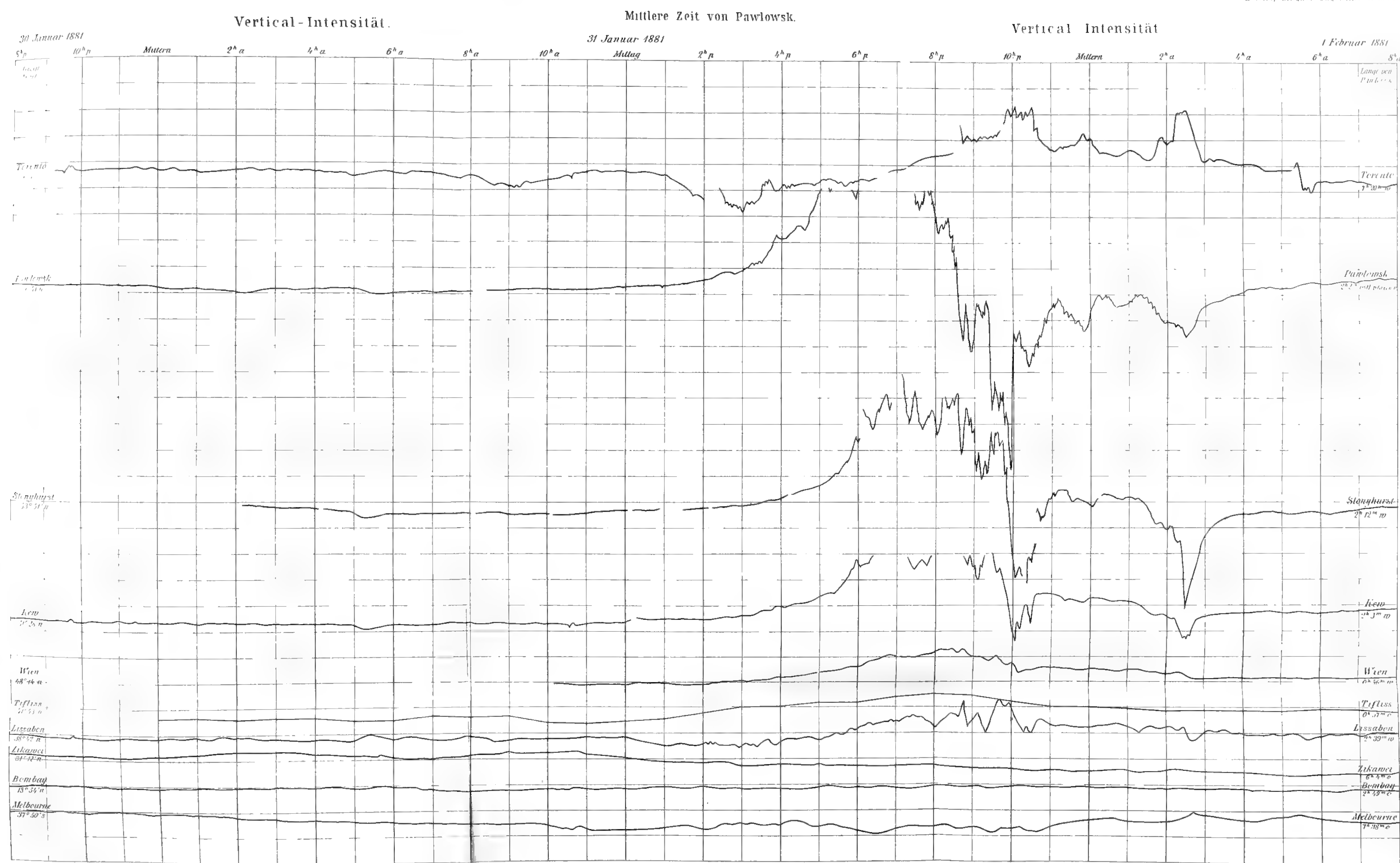
Horizontal-Intensität.



Vertical-Intensität.



Tafel III.



Mittlere Zeit von Pawlowsk.
Vertical-Intensität.
Vertical Intensität
30 Januar 1881
31 Januar 1881
1 Februar 1881
10h p
Mittern
2h a
4h a
6h a
8h a
10h a
Mittag
2h p
4h p
6h p
8h p
Toronto
Pawlowsk
Stonyhurst
Kew
Wien
Tifliss
Lissabon
Zikawei
Bombay
Melbourne

3

10h a.

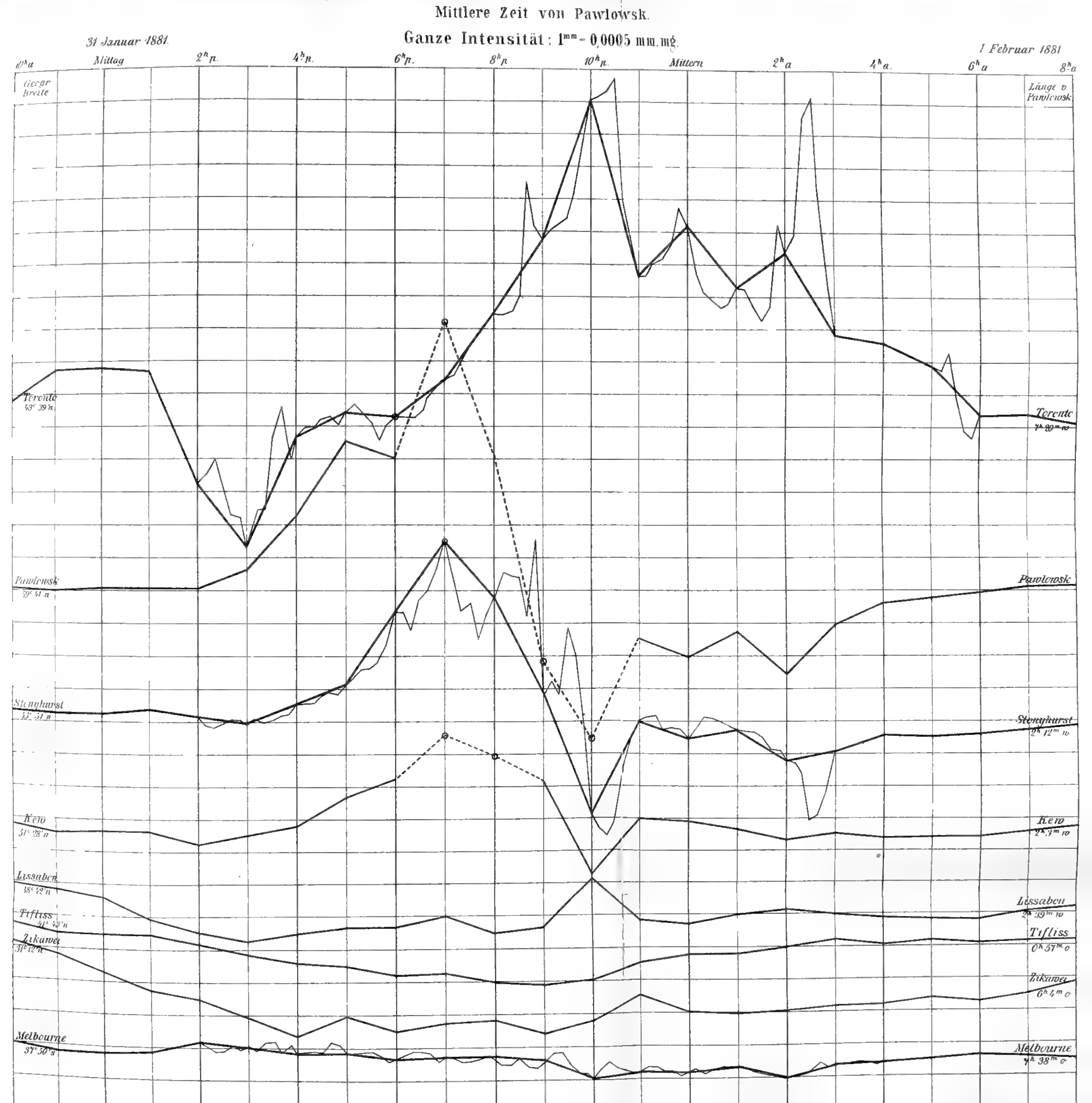
Geogr. Breite

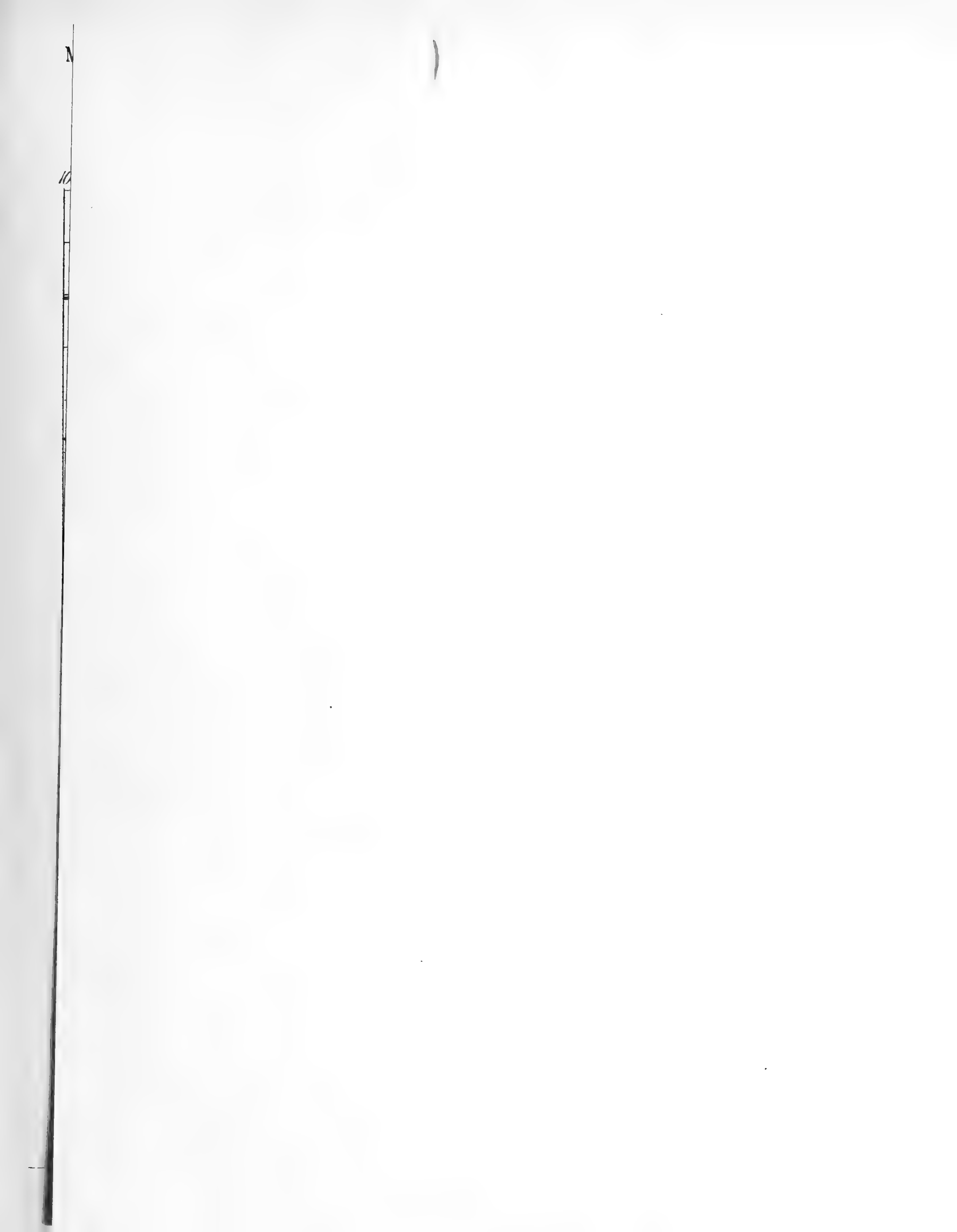
Toronto 43° 39' n.

Pawlowsk 59° 41' n.

Mittlere Zeit von Pawlowsk.

Ganze Intensität: 1mm = 0,0005 mm.mg.

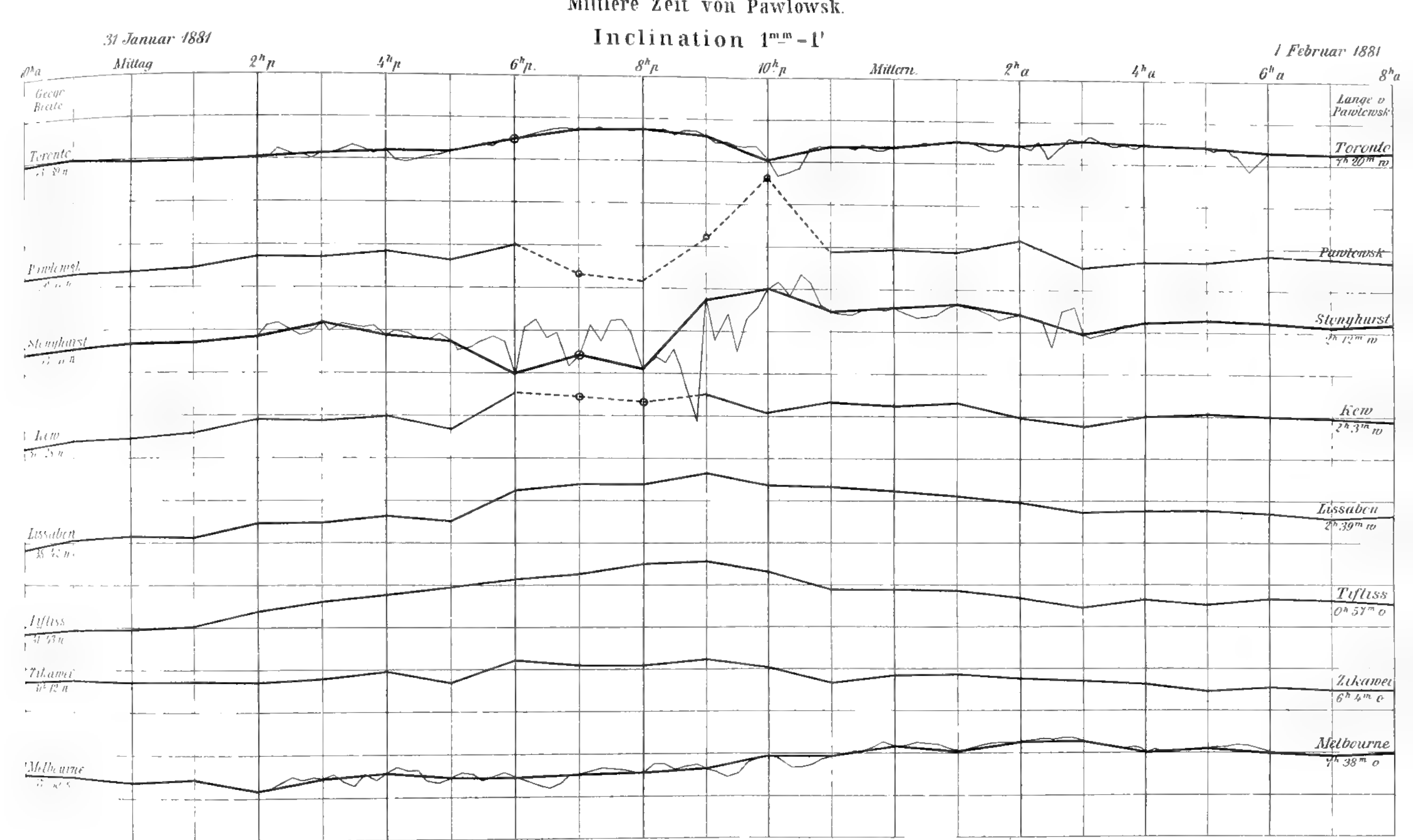




Tafel V.

Mittlere Zeit von Pawlowsk.

Inclination 1mm = 1'



Ouvrages géologiques et physico-géographiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. II, № 7. **Grünewaldt, M. v.** Beiträge zur Kenntniss der sedimentären Gebirgsformationen in den Berghauptmannschaften Jekatherinburg, Slatoust und Kuschwa, sowie den angrenzenden Gegenden des Ural. 1860. Mit 6 lith. Taf. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.

T. III, № 6. **Helmersen, G. v.** Das Olonezer Bergrevier geologisch untersucht in den Jahren 1856, 1857, 1858 und 1859. 1860. Mit 1 Karte. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 9. **Helmersen, G. v.** Die in Angriff genommenen Steinkohlenlager des Gouvernements Tula. 1860. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. IV, № 10. **Abich, H.** Sur la structure et la géologie du Daghestan. 1862. Avec 2 pl. lith. sur une feuille, et 2 dessins dans le texte. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

T. V, № 3. **Lenz, R.** Untersuchung einer unregelmässigen Vertheilung des Erdmagnetismus im nördlichen Theile des Finnischen Meerbusens. 1862. Mit 3 Karten. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. VI, № 5. **Abich, H.** Ueber eine im Caspischen Meere erschienene Insel nebst Beiträgen zur Kenntniss der Schlammvulkane der Caspischen Region. 1863. Mit 4 lith. Taf. Pr. 1 R. 80 K. = 6 Mk.

T. VII, № 1. **Ruprecht, F. J.** Barometrische Höhenbestimmungen im Caucasus, ausgeführt in den Jahren 1860 und 1861 für pflanzengeographische Zwecke, nebst Betrachtungen über die obere Gränze der Culturpflanzen. 1863. Pr. 1 R. 5 K. = 3 Mk. 50 Pf.

T. VIII, № 6. **Struve, H.** Ueber den Salzgehalt der Ostsee. 1864. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 11. **Struve, H.** Die artesischen Wasser und untersilurischen Thone zu St. Petersburg, eine chemisch geologische Untersuchung. 1865. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. IX, № 4. **Abich, H.** Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman. Mit 3 lith. Taf. 1865. Pr. 1 R. 30 K. = 4 Mk. 40 Pf.

T. XI, № 12. **Helmersen, G. v.** Das Vorkommen und die Entstehung der Riesenkessel in Finnland. 1867. Mit 3 lith. Taf. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 15. **Lenz, R.** Ueber den Zusammenhang zwischen Dichtigkeit und Salzgehalt des Seewassers. Ein Beitrag zur physischen Geographie des Meeres. 1868. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XIV, № 7. **Helmersen, G. v.** Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands. 1869. Mit 10 lith. Taf. Pr. 2 R. = 6 Mk. 70 Pf.

№ 9. **Middendorff, Dr. A. Th. v.** Die Barabà. 1870. Mit 1 lith. Karte. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XVI, № 3. **Lenz, R.** Unsere Kenntnisse über den früheren Lauf des Amu-Darja. 1870. Mit 2 lith. Karten Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

T. XVIII, № 1. **Schmidt, Fr.** Wissenschaftliche Resultate der zur Aufsuchnug eines angekündigten Mammuthcadavers von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften an den unteren Jenissei ausgesandten Expedition. 1872. Mit 1 Karte und 5 lith. Taf. Abbildungen. Pr. 2 R. = 6 Mk. 70 Pf.

T. XX, № 4. **Schmidt, C.** Hydrologische Untersuchungen. V. Die Seeen der «Bittersalzlinie» (Gorkaja Linja) von Omsk bis Petropawlowsk und der «Sibirischen Kosakenlinie» von Petropawlowsk bis Präsnowskaja. 1873. Mit 1 Karte. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXI, № 3. **Schrenck, L. v.** Strömungsverhältnisse im Ochotskischen und Japanischen Meere und in den zunächst angrenzenden Gewässern. Nach Temperaturbeobachtungen auf russischen Kriegsschiffen. 1873. Mit 2 Karten und 10 Diagramm-Taf. Pr. 1 R. 75 K. = 5 Mk. 80 Pf.

T. XXV, № 3. **Schmidt, Dr. C., u. Dohrandt, F.** Wassermenge und Suspensionsschlamm des Amu-Darja in seinem Unterlaufe. 1877. Avec 1 planche. Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

T. XXVII, № 12. **Abich, H.** Ein Cyclus fundamentaler barometrischer Höhenbestimmungen auf dem armenischen Hochlande. 1880. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XXIX, № 1. **Middendorff, A. v.** Einblikke in das Ferghana-Thal. Mit 9 Tafeln. Nebst chemischer Untersuchung der Bodenbestandtheile von C. Schmidt. 1881. Pr. 5 R. 30 K. = 17 Mk. 65 Pf.

T. XXIX, № 4. **Lenz, R.** Ueber die thermische Ausdehnung des Meerwassers. Aus den Beobachtungen des Herrn Res'zow berechnet. 1881. Pr. 25 Kop. = 80 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Avril, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass. Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 4.

ZUR BEURTHEILUNG

DER

VERÄNDERLICHKEIT ROTHER STERNE.

VON

Ed. Lindemann.

(Lu le 16 Mars 1882.)

7118

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 15 Cop. = 50 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 4.

ZUR BEURTHEILUNG

DER

VERÄNDERLICHKEIT ROTHER STERNE.

VON

Ed. Lindemann.

(*Lu le 16 Mars 1882*).

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof.	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 15 Cop. = 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Avril, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Im Nachfolgenden möchte ich die sich mit veränderlichen Sternen beschäftigenden Astronomen auf eine Thatsache aufmerksam machen, welche im Prinzip wohl jedem Fachmanne nicht neu sein wird, die aber, wie die weiter mitgetheilte Untersuchung zeigt, quantitativ und ihrer Tragweite nach sehr bedeutend die Grenzen übersteigt, innerhalb welcher man a priori ihren Einfluss zu schätzen geneigt war. Ich meine den unvermeidlichen Fehler, welchen das Auge begeht, wenn es zwei verschiedenfarbige Sterne gleich hell schätzt oder überhaupt in Bezug auf Helligkeit vergleicht.

Zur Ausführung dieser Untersuchung diente mir das von Zöllner seinem Photometer beigegebene Colorimeter. Bekanntlich bestimmt Jeder, der mit dem Zöllner'schen Photometer längere Beobachtungsreihen unternimmt, um seine Beobachtungen mit denjenigen Anderer vergleichbar zu machen, nach Zöllner's Vorschlage, seine sogenannte Intensitätscurve. Ein als Normalstern gewählter natürlicher Stern wird mit dem künstlichen Sterne des Photometers in allen Farben, die das Colorimeter letzterem geben kann, verglichen. In einer bestimmten Farbe, z. B. der, welche so viel als möglich dem Weiss entspricht, wird der künstliche Stern dem Normalstern gleich hell gemacht. Darauf wird durch Drehung des Colorimeters die Farbe des künstlichen Sterns geändert. Da aber bei verschiedenen Stellungen des Colorimeters verschiedene Lichtmengen von der Lichtquelle zur Geltung kommen, so ändert sich bei der Drehung des Colorimeters auch die anfängliche Intensität des künstlichen Sterns, welche deshalb wieder durch entsprechende Drehung des Intensitätskreises auf die Gleichheit mit dem Normalstern zurückgebracht werden muss. Die Intensitäten, welche hierauf am Intensitätskreise abgelesen werden, als Ordinaten, und die entsprechenden Ablesungen des Colorimeters, als Abscissen, bilden die Intensitätscurve. Solche Curven untereinander verglichen zeigen dann, ob der Einfluss der verschiedenen Farben auf die Helligkeitsmessungen bei verschiedenen Beobachtern gleich ist oder nicht.

Ich habe meine Intensitätscurve während des Zeitraums, welchen meine Beobachtungen umfassen, dreimal: im August 1871, im Oktober 1872 und im September 1875 bestimmt, und gebe hier die Resultate dieser Bestimmungen. Die erste Columne enthält die Einstellungen des Colorimeters nebst Bezeichnung der Farbe, welche der künstliche

Stern bei jeder dieser Einstellungen für mein Auge zeigt; die drei folgenden geben die Logarithmen der Sinusquadrate der entsprechenden Ablesungen am Intensitätskreise, also die entsprechenden Logarithmen der Intensitäten des künstlichen Sterns, für die genannten drei Epochen.

Colorimeter		1871 Aug. 18	1872 Oct. 8	1875 Sept. 10
0°	Bläulich	9.080	9.544	9.560
5	Blau	9.190	9.578	9.678
10	Blau	9.216	9.664	9.762
15	Röthlich	9.408	9.764	9.782
17.5	Röthlich		9.822	9.822
20		9.480	9.842	9.846
22.5	Roth		9.818	9.822
25	Roth	9.354	9.814	9.778
30	Roth	9.326	9.728	9.754
35	Dunkelroth	9.064	9.708	9.710
40	Gelbroth	9.016	9.530	9.558
45	Gelbroth	8.870	9.406	9.410
50	Kupferroth	8.886	9.302	9.268
55	Kupferroth	8.718		
60	Kupferroth	8.718	9.112	9.132
65		8.678		
70	Orange	8.748	8.984	8.998
75		8.592		
80	Gelb	8.546	8.880	8.960
85	Gelb	8.530		
90	Gelb	8.554	8.838	8.864
95	Gelb	8.530		
100	Gelb	8.488	8.814	8.832
105		8.538		
110	Hellgelb	8.470	8.742	8.798
115	Hellgelb	8.576		
120		8.514	8.710	8.792
125		8.522		
130	Strohgelb	8.538	8.768	8.860
135		8.522		
140	Gelblich		8.780	8.870
145	Gelblich	8.642		
150	Gelblich		8.942	8.960
155	Gelblich	8.742		
160	Gelblich		9.140	9.108
165	Weiss	8.926		
170	Weiss		9.308	9.286
175	Bläulich	9.124		
180	Bläulich	9.162	9.512	9.528

Sowohl zwischen diesen drei Messungsreihen, wie auch zwischen den Reihen der verschiedenen Beobachter, bestehen bedeutende constante Unterschiede, welche zum grössten Theil durch äussere Umstände (Zustand der Luft, Höhe der Flamme u. dgl.) bedingt sind. Wie ich dieselben eliminire, wird aus dem Nachfolgenden ersichtlich sein.

Mein Normalstern ist der Stern der Bonner Durchmusterung: 1855.0 Æ $= 19^h\,10^m\!.5$ Decl. $= + 83°\,42'$ ($6^m\!.5$) und seine Farbe an meinem Colorimeter $= 165°$. An die Ablesungen des Colorimeters ist schon die Correction des Nullpunkts desselben angebracht, welche nach Herausnahme der Bergkrystallplatte durch Beobachtung des Verschwindens des künstlichen Sterns (oder eigentlich der künstlichen Sterne, denn es sind ihrer bekanntlich zwei) ermittelt worden ist.

Ausser den meinigen sind mir nur noch die Intensitätscurven von Prof. Rosén, Prof. Zöllner und Dr. J. Th. Wolff bekannt. Prof. Rosén hat seine Curve an demselben Pulkowaer Instrumente, an welchem auch ich jetzt arbeite, bestimmt und hat dazu denselben Stern, den ich nach seinem Vorgange wählte, als Normalstern benutzt. Seine Zahlen finden sich in seinem Aufsatze «Studien und Messungen an einem Zöllner'schen Astro-Photometer» im Bulletin der St. Petersburger Akademie 1869, Bd. XIV abgedruckt. Prof. Zöllner's Werthe sind in seinen «Grundzügen einer allgemeinen Photometrie des Himmels, Berlin, 1861» gegeben, und die des Herrn Wolff in dessen Buche «Photometrische Beobachtungen an Fixsternen, Leipzig, 1877»[1]).

Um diese sechs Intensitätscurven mit einander vergleichen zu können musste vor allem der Umstand berücksichtigt werden, dass die Colorimeter an dem Zöllner'schen und an dem Wolff'schen Instrumente anders getheilt sind als das hiesige. Sodann gelten aber auch die von den verschiedenen Beobachtern direct bestimmten Werthe nicht für dieselben Einstellungen der Colorimeter, und ich musste die meinen Colorimetereinstellungen entsprechenden Werthe von Zöllner und Wolff aus ihren Beobachtungen interpoliren; für die Rosén'schen Beobachtungen fiel diese Reduction weg, weil ich bei meinen Bestimmungen alle diejenigen Einstellungen gewählt hatte, welche auch bei Rosén vorkommen. Für die genannte Interpolation schien mir der graphische Weg der geeignetste zu sein. Die beobachteten Werthe bilden so reiche und continuirliche Reihen, dass die Curven mit einer sehr grossen Genauigkeit durch dieselben gelegt werden konnten: nur sehr wenige Beobachtungspunkte blieben überhaupt ausserhalb der Curven, und nur ganz einzelne darunter wichen bis auf $\frac{1}{10}$ einer Sterngrösse von denselben ab.

Auf den ersten Blick hat die Vergleichung dieser sechs Curven eine grosse Schwierigkeit: ausserdem dass die Curven nicht zusammenfallen, zeigen die Ordinaten derselben, wie schon bemerkt, natürlicher Weise constante Unterschiede zwischen den einzelnen Beobachtern. Hält man sich aber den Zweck vor Augen, für welchen die Bestimmungen überhaupt gemacht sind, so erhält man einen leitenden Faden, welcher diese Schwierigkeit in

1) Die Intensitätscurven der Herren Peirce und Ceraski habe ich leider nicht mit vergleichen können, weil bei der Publication derselben einige für meinen Zweck nöthige Angaben nicht mitgetheilt sind.

leichter und natürlicher Weise löst. Dieser Zweck ist nämlich: für verschiedene Farben diejenigen Fehler zu bestimmen, welche der Beobachter macht, indem er zwei verschiedenfarbige Sterne gleich hell schätzt. Wir können aber in Bezug auf diese Fehler diejenigen Fehler gleich Null setzen, welche der Beobachter beim Gleichhellschätzen zweier gleichfarbiger Sterne begeht, denn jedenfalls sind, wie wir gleich sehen werden, die letzteren Fehler gegen die ersteren, welche ich die Farbenfehler nennen will, verschwindend. Nach Bouguer ist die Empfindlichkeit des Auges beim Vergleichen zweier gleich heller weisser Objecte $= \frac{1}{64}$, nach Volkmann $= \frac{1}{100}$, nach Dobrowolsky $= \frac{1}{166}$, nach Aubert sogar $= \frac{1}{186}$, und für Gelb, Grün und Blau noch grösser. Diese Genauigkeit kann in der That im Vergleich zu den Abweichungen, mit denen wir es hier zu thun haben, als eine absolute bezeichnet werden.

Wie schon gesagt, ist mein Normalstern, der zugleich auch der Rosén'sche ist, Bonner Durchm. 83°547, und der künstliche Stern in meinem Instrument ist ihm bei der Einstellung des Colorimeters auf 165° an Farbe gleich. Hätten nun alle Beobachter denselben Normalstern gewählt, so wäre damit eine sichere Basis zur Bestimmung der Werthe ihrer Farbenfehler für verschiedene Farben gegeben. Unter der Annahme, dass bei der Colorimetereinstellung = 165° die Messungen aller Beobachter fehlerfrei wären (auf die constanten Unterschiede käme es hier nicht an), könnte dann dieser Punkt als ein allen Intensitätscurven gemeinsamer angenommen werden und die Ordinatendifferenzen zwischen den übrigen Curvenpunkten würden dann direkt die Differenzen der Beobachter für die verschiedenen Farben darstellen.

Ich kann an dieser Stelle nicht umhin, auf Grundlage des Gesagten darauf aufmerksam zu machen, wie sehr wünschenswerth es wäre, dass alle Beobachter, welche das Zöllner'sche Photometer benutzen, ihre Intensitätscurven an einem und demselben Normalstern prüften, oder vielleicht noch besser an zweien: einem hellen 3^m — 4^m und einem schwächeren, etwa 7^m — 8^m.

Zu meinem Thema zurückkehrend, muss ich leider sagen, dass diese Bedingung in dem bis jetzt vorhandenen Material nicht erfüllt ist. Zöllner, der erste welcher seine Intensitätscurve bestimmte, wählte dazu den Stern δ Cygni. Diese Wahl war eine unglückliche, da δ Cygni selbst, oder wenigstens dessen schwächerer Begleiter, veränderlich zu sein scheint (W. Struve: Mensurae Micrometricae, p. 297; O. Struve: Observations de Poulkova, Vol. IX, p. 214). Später wählte Rosén, vielleicht aus diesem Grunde, jedenfalls aber wohl auch deshalb, weil seine Arbeit sich auf schwächere Sterne bezog, einen anderen Stern, B. D. 83°547, welcher sich auch mir von selbst als Normalstern bot, da ich die Rosén'sche Arbeit fortsetzte. Herr Wolff wählte wieder einen anderen Stern, δ Ursae minoris.

Glücklicherweise findet sich bei näherer Untersuchung, dass diese drei Sterne nahezu dieselbe Farbe haben und somit zufällig der ursprünglich unbeachteten, oben genannten Bedingung entsprechen. Für Zöllner's δ Cygni findet sich eine Farbenbestimmung in seinen «Grundzügen» und seine Farbe ist dort = 7°9 angegeben, was 151°6 meines Colori-

meters entspricht. Herr Wolff hat in seinem vorstehend citirten Buche die Farbe seines Normalsterns nicht angegeben; deshalb habe ich dieselbe nachträglich hier in Pulkowa bestimmt und finde dafür:

1882 Jan. 15. δ Urs. min. = 159°
172
170
175
166
163
172
166

im Mittel 168°

Berücksichtigt man die hier sich zeigenden Abweichungen zwischen den einzelnen Einstellungen, sowie die Abweichungen, die sich in den Zöllner'schen Ablesungen bieten, so kann man mit ziemlicher Berechtigung annehmen, dass die drei Sterne δ Cygni, δ Ursae minoris und B. D. 83°547, und namentlich die beiden letzten, auf welche es hier besonders ankommt, nahezu von gleicher Farbe sind. Dass dies nicht absolut richtig ist, sowie dass die drei Sterne von ungleicher Grösse sind, scheint hier von unerheblicher Bedeutung zu sein, da die Abweichungen, wie die weiter unten gegebene Tabelle zeigt, hauptsächlich zwischen mir und Rosén, und zwischen meinen eigenen Messungen untereinander auftreten, während doch meine Messungen und die Rosén'schen sich auf denselben Normalstern beziehen.

In Folge dieser Betrachtung annehmend, dass bei 165° meines Colorimeters die künstlichen Sterne aller Beobachter die gleiche Farbe mit dem Normalstern haben und dass bei dieser Einstellung die Farbenfehler gleich Null seien, gewann ich das Recht, alle sechs Curven an dieser Stelle als in einem Anfangspunkte der Coordinaten zusammenfallen zu lassen, und die Ordinaten der Curven in Bezug auf die durch diesen Anfangspunkt gelegte gemeinsame Abscissenaxe als die Logarithmen der wirklichen Helligkeitsänderungen des künstlichen Sterns zu betrachten und zur Vergleichung zusammenzustellen. Diese Zusammenstellung gebe ich hier, um sie einem weiteren Kreise von Lesern anschaulich zu machen, in Sterngrössen. Bei der Verwandlung der Intensitätslogarithmen in Sterngrössen wurde, der einfacheren Rechnung halber, der Pogson'sche Helligkeitscoefficient 0.40 benutzt; übrigens hätten die hier angeführten Zahlen keine Aenderungen erfahren, wenn sie auch mit einem anderen Coefficienten berechnet worden wären. Das Argument bilden die Einstellungen des Pulkowaer Colorimeters, nebst Angabe der Farbe nach meiner Schätzung; die übrigen Columnen geben die diesen Einstellungen entsprechenden Helligkeiten in Sterngrössen für die verschiedenen Beobachter. Bei Rosén, der auch die entsprechenden Farben geschätzt hat, sind dieselben hinzugefügt. Die positiven und negativen Zeichen beziehen sich auf die auf verschiedenen Seiten der Abscissenaxe belegenen Theile der Curven.

Colorimeter		Lindemann				Rosén	Zöllner	Wolff
		1871	1872	1875	Mittel			
		m	m	m	m	m	m	m
0°	Bläulich	+0.6	+0.7	+1.0	+0.8	+0.8 Blau	+0.8	+0.9
10	Blau	+0.8	+1.1	+1.4	+1.1	+1.2 Rothblau	+1.5	+1.5
20	Röthlich	+1.4	+1.5	+1.6	+1.5	+2.0 Roth	+1.8	+1.8
25	Roth	+1.2	+1.4	+1.5	+1.4	+2.4	+1.8	+1.9
30		+0.8	+1.3	+1.4	+1.2	+1.9 Rothgelb	+1.5	+1.6
40	Gelbroth	+0.2	+0.7	+0.9	+0.6	+1.2 Rothgelb	+0.8	+1.0
50	Kupferroth	−0.1	+0.1	+0.2	+0.1	+0.8	+0.2	+0.5
60		−0.4	−0.3	−0.2	−0.3	+0.4	−0.1	+0.1
70	Orange	−0.6	−0.6	−0.4	−0.5	0.0 Gelbroth	−0.4	−0.3
80	Gelb	−0.8	−0.8	−0.7	−0.8	−0.2	−0.6	−0.6
90		−0.9	−1.0	−0.8	−0.9	−0.5 Brandgelb	−0.9	−0.8
100		−1.0	−1.1	−0.9	−1.0	−0.6	−1.0	−0.9
110	Hellgelb	−1.0	−1.2	−1.0	−1.1	−0.8 Hellgelb	−1.0	−1.0
120		−0.9	−1.2	−1.0	−1.0	−0.8	−0.9	−0.9
130	Strohgelb	−0.9	−1.2	−0.9	−1.0	−0.7 Hellgelb	−0.8	−0.8
140	Gelblich	−0.7	−1.0	−0.7	−0.8	−0.5	−0.6	−0.7
150		−0.5	−0.7	−0.5	−0.6	−0.3 Gelb-grünlich	−0.4	−0.4
160		−0.2	−0.2	−0.2	−0.2	−0.1 Grünlich	−0.1	−0.2
165	Weiss	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
170		+0.2	+0.2	+0.2	+0.2	+0.2 Blau	+0.2	+0.2
180	Bläulich	+0.6	+0.7	+1.0	+0.8	+0.8 Blau	+0.8	+0.9

Um einen Maassstab für die Beurtheilung der Differenzen zwischen den Werthen dieser Columnen zu bieten, bemerke ich, dass ich auf Grundlage einer Bearbeitung meines sämmtlichen in zehn Jahren gesammelten photometrischen Materials den Werth 0.114 = $0^m.3$ Sterngrössen als Grenze der erlaubten Abweichung zweier an verschiedenen Abenden erhaltenen Beobachtungen desselben Sterns angenommen habe, d. h. Beobachtungen desselben Sterns von verschiedenen Abenden, welche innerhalb dieser Grösse untereinander stimmen, sehe ich als vollgültige Beobachtungen an, während bei solchen Beobachtungen, die mehr als um diese Grösse differiren, nach einem Einflusse störender Ursachen zu suchen ist. Denselben Maassstab glaube ich auch an die Messungen anderer Beobachter legen zu dürfen, denn einerseits führt mich eine, freilich noch nicht abgeschlossene Vergleichung meiner Messungen mit anderen (z. B. von Rosén, Ceraski u. a.) zu diesem Schlusse, und andererseits sind in den Zahlen der obigen Tabelle die constanten Unterschiede der Beobachter durch die Reduction auf eine gemeinsame Abscissenaxe schon eliminirt.

Die Betrachtung der obigen Tabelle zeigt, dass, während die Helligkeiten, welche die verschiedenen Beobachter den künstlichen Sternen geben müssen, um sie für ihr Auge dem weissen Normalsterne gleich hell zu machen, im Allgemeinen, d. h. für weisse, bläuliche,

gelbliche und gelbe Sterne theils vollkommen übereinstimmen, theils in ihren Abweichungen nur sehr wenig die oben bezeichnete Grenze überschreiten, — für gelbrothe, röthliche und rothe Sterne ihre Differenzen sehr bedeutend wachsen und sogar eine ganze Grössenclasse übersteigen.

Fragen wir nach dem Grunde dieser Erscheinung, so bieten sich drei a priori gleich plausible Erklärungen. Die Ursache könnte 1) in einer Verschiedenheit der Instrumente, 2) in einer Verschiedenheit der Lichtquellen, die zur Erzeugung der künstlichen Sterne dienten und 3) in einer physiologischen Verschiedenheit der Augen der Beobachter zu suchen sein.

Was die erste Erklärung betrifft, so wäre es allerdings vielleicht nicht unmöglich, trotzdem dass die Bergkrystallplatten aller Instrumente so ziemlich dieselbe Dicke hatten, zuzulassen, dass hier noch constante, uns unbekannte Fehlerquellen mitwirkten. Diese Erklärung aber, abgesehen davon, dass sie vollkommen jeder positiven Grundlage ermangelt, fällt in unserem Falle vollständig weg, wenn man beachtet, dass die grössten Abweichungen sich gerade zwischen den Messungen von Rosén und mir, und zwischen meinen eigenen Messungen von verschiedenen Jahren zeigen, während doch alle diese Messungen an einem und demselben Pulkowaer Instrumente, welches im Laufe der ganzen Zeit sich in unverändertem Zustande befand, gemacht sind.

Auch die zweite Erkärung hatte schon von vorne herein nur wenig Berechtigung. Die bei allen Zöllner'schen Photometern jetzt gebräuchliche Lichtquelle ist Petroleum. Keinerlei photometrische Erfahrungen lassen an ihrer Gleichartigkeit zweifeln; im Gegentheil mussten die schon von Zöllner selbst und zwar nicht nur mit Petroleum, sondern mit verschiedenen Leuchtstoffen gemachten Versuche und Messungen über die Farbe der Flamme als Beweis gelten, dass hier keine erheblichen Verschiedenheiten auftreten könnten. Zöllner sagt in seiner Schrift «Ueber Farbenbestimmung der Gestirne» (Astron. Nachr. № 1701) Folgendes über diese Versuche: «Die beiden Petroleumflammen gehören Lampen von ver«schiedener Construction mit verschieden geformten Cylindern an. Die Oel- und Stearin«kerzenflammen brannten frei, ohne Anwendung eines Cylinders. Die hier folgende Zusam«menstellung der erhaltenen Resultate beruht auf Beobachtungen, welche an vier verschie«denen Tagen angestellt wurden.

Lichtquelle	Einstellung des Colorimeters	Zahl der Beobachtungen
Petroleumflamme № I	$54^\circ.9 \pm 0^\circ.4$	(22)
Petroleumflamme № II	55.3 ± 0.7	(5)
Gasflamme	55.6 ± 0.4	(15)
Oelflamme	56.1 ± 0.6	(18)
Schmelzendes Platin	59.0 ± 0.6	(12)
Stearinkerzenflamme	60.7 ± 0.3	(15)

«Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, dass die Farben der Petroleum-, Gas- und Oel-

«flammen für den vorliegenden Zweck als gleich betrachtet werden können, und dass dem-«nach verschiedene, mit Colorimetern verbundene Photometer übereinstimmende Resultate «geben müssen, wenn zwischen den Beebachtern keine subjectiven Verschiedenheiten ihrer «Augen stattfinden.

«Die aus den obigen Beobachtungen sich ergebende geringe Farbendifferenz der unter-«suchten Flammen hat insofern etwas Ueberraschendes, als sich dem freien Auge ein sehr «beträchtlicher Unterschied in der Färbung dieser Flammen bemerklich macht. Ein Theil «dieses Unterschieds mag sich durch die bereits früher erwähnte Fähigkeit unseres Auges «erklären, feinere Farbennüancen zu unterscheiden, wenn die zu vergleichenden Lichtein-«drücke hinreichend intensiv sind und namentlich grössere Flächentheile der Retina treffen, «was bei den angeführten Beobachtungen in nicht höherem Maasse als bei Sternen der Fall «war. Allein ein anderer und sehr bedeutender Theil jener Differenz zwischen Messung und «Augenschein rührt von der verschiedenen Leuchtkraft, d. h. von den verschiedenen Licht-«mengen her, welche gleiche Flächentheile der untersuchten Lichtquellen aussenden. Da «bei der angewandten Methode die Helligkeit des künstlichen Vergleichsterns unabhängig «von seiner colorimetrisch bedingten Farbe verändert werden kann, und bei den Beobach-«tungen stets gleich starke Lichteindrücke hergestellt werden, so fällt dieser Unterschied, «der für die Schätzung mit freiem Auge vorhanden ist, bei der Beobachtung mit dem Co-«lorimeter hinweg.»

Da es aber immerhin denkbar war, dass verschiedene Petroleumflammen, wenn auch in ihrer Gesammtfarbe scheinbar identisch, in ihren Spectren Verschiedenheiten zeigen könnten, welche vielleicht bei der Circularpolarisation im Colorimeter sich bei gewissen Farbeneinstellungen geltend machen dürften, so hielt ich es für geboten auch über diesen Punkt Aufklärung zu erhalten. Ich hatte gerade äusserlich vollkommen verschiedene Petroleumsorten zur Verfügung: eine schwere grüngelbe, roth und rauchig brennende, und eine reine, durchsichtige, mit schöner weisser Farbe der Flamme. An den Spectren der Flammen dieser beiden Sorten stellte ich im physicalischen Laboratorio der Pulkowaer Sternwarte eine Reihe von Helligkeitsmessungen an, mit einem Apparate, den sich Dr. Hasselberg für einen ähnlichen Zweck zusammengesetzt hatte und der aus zwei gegeneinander drehbaren Nicol'schen Prismen bestand, mittelst derer sich die Grenzen, bei welchen die verschiedenen Spectralfarben auszulöschen scheinen, ermitteln liessen. Diese Messungen wurden im Hellroth bei der C-Linie, im Gelbgrün und im Blaugrün angestellt. Die Resultate zeigten allerdings kleine Abweichungen, die aber nicht dem erwarteten Gesetze entsprachen und auch vollkommen innerhalb der Messungsfehler lagen. Das Resultat war also ein negatives, d. h. für unsere Erscheinung keine Erklärung bietendes. Aber die angewandte Methode zeigte sich als so ungenau, und die benutzten Mittel waren so ungenügend für den Zweck, dass ich mich damit nicht begnügen zu dürfen glaubte.

Deshalb wandte ich mich an Herrn Professor Dr. Vogel in Potsdam mit der Bitte, möglichst verschiedene Petroleumflammen mit seinem ausgezeichneten Spectralphotometer

untersuchen zu lassen, um die Frage über die Gleichheit ihrer Spectren zu lösen. Professor Vogel ist meiner Bitte auf die freundlichste Weise nachgekommen, und die Potsdamer Messungen beweisen, dass die Spectren der verschiedenen Petroleumflammen vollständig identisch sind. Professor Vogel schreibt mir darüber vom 1. März d. J.: «Herr Dr. Mül-«ler hat mit dem Spectralphotometer die verschiedensten Sorten von Petroleum und beson-«ders auch Petroleum sehr verschiedenen Alters untersucht, die Zahlen zeigen aber so «geringe Unterschiede, dass ich deren Mittheilung für überflüssig halte. Sie können anneh-«men, dass ein einigermaassen bemerklicher Einfluss auf die Farbe durch Anwendung ver-«schiedenen Petroleums nicht vorhanden ist.»

Somit kann die Erklärung obiger Erscheinung auch nicht in einer Verschiedenheit der von verschiedenen Beobachtern benutzten Lichtquellen zu suchen sein.

Es bleibt also nur die dritte Erklärung übrig, dass nämlich, sowohl die Augen verschiedener Beobachter, wie auch das Auge desselben Beobachters zu verschiedenen Zeiten, die Helligkeitsgleichheit verschiedener Farben für die an den Sternen gewöhnlichsten Farben gleichartig schätzen, und nur in der Vergleichung eines rothen oder rothgelben Objects mit einem andersfarbigen sehr bedeutende Abweichungen bieten. Ein solcher Farbeneinfluss im Allgemeinen wird natürlich für Jeden, der sich mit ähnlichen Fragen beschäftigt hat, eine nicht unerwartete Erscheinung sein, und es könnte vielleicht nur befremden, dass er so vorwiegend bloss für eine Farbenkategorie auftritt. Aber auch das darf wohl nicht befremden, da die Literatur der physiologischen Optik, so viel mir bekannt, überhaupt gar keine Versuche über die Genauigkeit der Helligkeitsvergleichungen zweier verschiedener Farben aufzuweisen hat. Dieselbe bietet uns aber andere, verwandte Versuchsreihen, welche im Verhältniss zu unserer Thatsache ein helles Streiflicht auf letztere werfen. In Aubert's «Grundzüge der physiologischen Optik. Leipzig 1876», pag. 531, sind zwei Versuchsreihen der Herren Lamansky und Dobrowolsky angeführt. Lamansky findet für die Empfindlichkeit seines Auges für Helligkeitsunterschiede der Spectralfarben:

$\frac{1}{286}$ im Gelb und Grün, $\frac{1}{212}$ im Blau, $\frac{1}{78}$ im Orange, $\frac{1}{70}$ im Roth,

d. h. für Orange und Roth die Empfindlichkeit ungefähr 3 bis 4 mal kleiner als für Blau, Gelb und Grün.

Dobrowolsky findet für sein Auge die Empfindlichkeit:

$\frac{1}{46}$ im Gelb, $\frac{1}{59}$ im Grün, $\frac{1}{132}$ im Blau, $\frac{1}{33}$ im Orange, $\frac{1}{20}$ im Roth,

also die Empfindlichkeit für Roth 2 bis 3 mal kleiner als für Gelb und Grün, und $6^1/_2$ mal kleiner als für Blau.

Dasselbe Verhältniss ungefähr spricht sich auch zwischen den Abweichungen im Orange und Roth einerseits, und im Blau und Gelb andererseits aus, welche unsere obige Tabelle bietet. Natürlich ist damit das Verhältniss dieser beiden Kategorien von Erschei-

nungen lange noch nicht aufgeklärt, denn in dem einen Falle haben wir es mit Helligkeitsvergleichungen gleicher Farben, in dem anderen mit Helligkeitsvergleichungen verschiedener Farben zu thun, und es konnte vorausgesehen werden, dass die Fehler bei den letzteren bedeutend grösser sein würden als bei den ersteren. Auch spielen in beiden Fällen noch andere Bedingungen, wie z. B. die absolute Helligkeit der Objecte, die Eigenthümlichkeiten der Beobachtungsmethode, u. d. m., mit.

Auch in den vorhandenen Untersuchungen über die Empfindlichkeit des Auges für verschiedene Töne der Farben sehen wir ein ähnliches Verhältniss zwischen Roth und Orange einerseits und Gelb, Grün und Blau andererseits auftreten. Dass in allen diesen Fällen ein einziges, allgemeines Grundgesetz zur Erscheinung kommt, scheint mir mehr als wahrscheinlich.

Wenn also auch das aus der Vergleichung der Intensitätscurven resultirende Vorherrschen der Abweichungen im Roth und Orange noch nicht eine eingehende und vollkommen zufriedenstellende Erklärung zulässt, so ist doch nach allem Gesagten jedenfalls gewiss, dass dasselbe auf physiologische Eigenthümlichkeiten des Auges zurückzuführen sei.

Es wäre deshalb sehr wünschenswerth, dass auch auf anderen Sternwarten, welche Photometer besitzen, ähnliche Untersuchungen angestellt würden, denn die Tragweite der hier in so unerwarteten Dimensionen auftretenden Erscheinung ist für die Kenntniss der veränderlichen Sterne vielleicht keine unbedeutende. Bedenkt man nur, dass alle Helligkeitsvergleichungen von rothen Sternen, welche neuerdings eine so grosse Rolle spielen, und speciell alle Beobachtungen rother veränderlicher Sterne, mit nur einzelnen, seltenen Ausnahmen, in Vergleichungen solcher Sterne mit weissen, gelblich-weissen und bläulich-weissen Sternen bestehen müssen, und in allen Stücken den oben behandelten, zur Ableitung der Intensitätscurven benutzten Messungen analog sind, so wirft sich von selbst die Frage auf, ob nicht die in letzter Zeit allgemein herrschende Meinung, dass die rothen Sterne das grösste Contingent der Veränderlichen liefern, zum grossen Theile auf ähnliche physiologische Eigenthümlichkeiten der Augen, und nicht auf wirkliche Helligkeitsänderungen der Sterne selbst zurückzuführen sei. Jedenfalls müssen Helligkeitsänderungen an rothen Sternen, welche eine Grössenclasse nicht überschreiten, und bei welchen die Veränderlichkeit nicht anderweitig (z. B. durch constatirte Periodicität, oder festgestellte Aenderungen des Spectrums) ausser Zweifel gestellt ist, als sehr fraglich bezeichnet werden. Und bei Entdeckung neuer rother Veränderlicher wird demgemäss eine erhöhte Vorsicht bei der Discussion der Beobachtungen geboten.

Pulkova,
im März 1882.

Ouvrages astronomiques et géodésiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. I, № 1. **Struve, O.** Nouvelle détermination de la parallaxe annuelle des étoiles α Lyrae et 61 Cygni. 1859. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 6. **Schubert, T. F.** Essai d'une détermination de la véritable figure de la terre. Avec 1 pl. 1859. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. II, № 1. **Struve, O. u. Winnecke, Dr. A.** Pulkowaer Beobachtungen des grossen Cometen von 1858. Erste Abtheilung: Beobachtungen am Refractor, angestellt von O. Struve, Mitgliede der Akademie. Zweite Abtheilung: Beobachtungen am Heliometer nebst Untersuchungen über die Natur des Cometen von Dr. A. Winnecke, Adjunct-Astronomen der Hauptsternwarte. Mit 6 Taf. 1859. Pr. 1 R. 50 K. = 5 Mk.

№ 4. **Struve, O.** Beitrag zur Feststellung des Verhältnisses von Keppler zu Wallenstein. 1860. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. III, № 5. **Baeyer, J. J.** Ueber die Strahlenbrechung in der Atmosphäre. Avec 1 pl. lith. 1860. Pr. 65 K. = 2 Mk. 20 Pf.

T. IV, № 1. **Struve, O.** Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. (6.) Juli 1860 in Pobes. Nach den Berichten der einzelnen Theilnehmer zusammengestellt. Mit 3 Taf. 1861. Pr. 85 K. = 2 Mk. 80 Pf.

T. V, № 4. **Struve, O.** Observations de la grande nébuleuse d'Orion, faites à Cazan et à Poulkova. Iᵉ Partie: Mémoire de M. Liapounov sur les observations de Cazan. IIᵉ Partie: O. Struve, Additions au mémoire de M. Liapounov et Observations de Poulkova. Avec 4 pl. lith. 1862. Pr. 1 R. 35 K. = 4 Mk. 50 Pf.

T. VI, № 7. **Winnecke, A.** Beobachtungen des Mars um die Zeit der Opposition 1862. 1863. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 11. **Sawitsch, A.** Opposition des Mars im Jahre 1862, beobachtet auf der kleinen akademischen Sternwarte zu St. Petersburg. 1863. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. VII, № 7. **Winnecke, A.** Pulkowaer Beobachtungen des hellen Cometen von 1862, nebst einigen Bemerkungen. Mit 6 lith. Taf. 1864. Pr. 90 K. = 3 Mk.

T. VIII, № 2. **Linsser, C.** Vier von De l'Isle beobachtete Plejaden-Bedeckungen, bearbeitet und mit Hansen's Mond-Tafeln verglichen. 1864. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. X, № 1. **Gyldén, H.** Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. Erste Abhandlung. 1866. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. XII, № 4. **Gyldén, H.** Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. Zweite Abhandlung. 1868. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 5. **Struve, O.** Beobachtungen des grossen Cometen von 1861. Mit 1 lith. Taf. 1868. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XVI, № 10. **Gyldén, H.** Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. I. Entwickelung einiger Verbindungen elliptischer Functionen. 1871. Pr. 1 R. 5 K. = 3 Mk. 50 Pf.

T. XVII, № 1. **Kortazzi, J.** Bestimmung der Längen-Differenz zwischen Pulkowa, Helsingfors, Åbo, Lowisa und Wiborg. 1871. Pr. 60 K. = 2 Mk.

№ 10. **Fuss, V. u. Nyrén, M.** Bestimmung der Längen-Differenz zwischen den Sternwarten Stockholm und Helsingfors, ausgeführt im Sommer 1870. 1871. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XVIII, № 3. **Fuss, V.** Beobachtungen und Untersuchungen über die astronomische Strahlenbrechung in der Nähe des Horizontes. 1872. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 5. **Asten, E. v.** Resultate aus Otto von Struve's Beobachtungen der Uranustrabanten. 1872. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 10. **Asten, E. v.** Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. I. Berechnung eines wichtigen Theiles der absoluten Jupitersstörungen des Encke'schen Cometen. 1872. Pr. 65 K. = 2 Mk. 20 Pf.

T. XIX, № 2. **Nyrén, M.** Bestimmung der Nutation der Erdachse. 1872. Pr. 55 K. = 1 Mk. 80 Pf.

№ 10. **Nyrén, M.** Die Polhöhe von Pulkowa. 1873. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXIII, № 3. **Nyrén, M.** Das Aequinoctium für 1865,0, abgeleitet aus den am Passageninstrumente und am Verticalkreise in den Jahren 1861 — 70 in Pulkowa angestellten Sonnenbeobachtungen. 1876. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XXVI, № 2. **Asten, E. v.** Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. II. Resultate aus den Erscheinungen 1819—1875. 1878. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

№ 4. **Hasselberg, Dr. B.** Studien auf dem Gebiete der Absorbtionsspectralanalyse. Avec 4 pl. 1878. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

T. XXVII, № 1. **Hasselberg, Dr. B.** Ueber das durch electrische Erregung erzeugte Leuchten der Gaze bei niedriger Temperatur. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 11. **Struve, O.** Études sur le mouvement relatif des deux étoiles du système de 61 Cygni. 1880. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXVIII, № 6. **Backlund, O.** Zur Theorie des Encke'schen Cometen. 1881. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences

Avril, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass. Ostr., 9ᵉ ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 5.

STUDIEN ÜBER DIE WANDERBLÖCKE UND DIE DILUVIALGEBILDE RUSSLANDS.

VON

G. von Helmersen.

II. LIEFERUNG.

Mit 7 Tafeln.

(*Lu le 9 décembre 1880.*)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 2 Rbl. = 6 Mk. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
TOME XXX, N° 5.

STUDIEN ÜBER DIE WANDERBLÖCKE UND DIE DILUVIALGEBILDE RUSSLANDS.

VON

G. von Helmersen.

II. LIEFERUNG.

Mit 7 Tafeln.

(*Lu le 9 décembre 1880.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 2 Rbl. = 6 Mk. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Mai, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

In der ersten Studie über die Wanderblöcke und die Diluvien und Alluvien unseres Nordens[1]), machte ich meine, in früheren Jahren auf diesem Gebiete gesammelten Beobachtungen, bekannt. Die meisten derselben datiren aus einer Zeit, da die Lehre von der Eisperiode und deren Erzeugnissen, entweder noch nicht bekannt oder weniger beachtet worden waren als heutzutage, wo das Studium der lange vernachlässigten, recenten Bildungen, zu einem Lieblingsgegenstande geworden ist.

In den Jahren 1871 bis 1879 habe ich Gelegenheit gehabt diese Studien in Finnland und in den drei Baltischen Provinzen Russlands, fortzusetzen, und theile hier die Resultate mit.

Im Jahre 1871 besuchte ich in der Gesellschaft des Akademikers Schmidt, und des Fürsten Krapotkin, zuerst *Wiborg* und dessen Umgebungen, dann den *Imatrafall* und den grossen Ås von *Pungaharju*, den ich bereits früher beschrieben, und weder in die Kategorie der Moränen, noch in die der Uferwälle gestellt, sondern für den bei einem grossen Erosionsprocesse stehen gebliebenen Rest einer ehemals kontinuirlich verbreiteten Diluvialdecke angesprochen hatte. Da diese Ansicht von mancher Seite her bestritten worden war, wollte ich den *Pungaharju* nochmals untersuchen. Ein zweites Hauptziel dieser Excursion war der, bei *Jöenssu* liegende See *Houtijänin*, der im Jahre 1859 einen Damm durchbrochen hatte und zum Theil in den Saimasee abgeflossen war, wobei zwischen beiden Gewässern ein neues, 7 Werst langes, 80 Fuss tiefes Thal, bis auf den Grundfels, in das Diluvium eingerissen wurde[2]).

In unserm Norden haben sich in der jüngsten geologischen Periode mehrere Faktoren an der Zerstörung der Gesteinsmassen betheiligt: die Gletscher der Eiszeit, Regen und Schneewasser, Flüsse, Meereswellen und grosse Temperaturwechsel. Jeder dieser Faktoren hat durch seine zerstörende Wirkung auf die, lithologisch und stratigraphisch sehr verschie-

---

1) Mémoires de l'Acad. Imp. d. sciences de St. Pétersbourg Tome XIV. № 7, 1869.

2) Studien über d. Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands pag. 117.

denen Gesteinsarten, ein, nach der Menge, Grösse, Härte und Gestaltung, sehr verschiedenes Material geliefert, das später von den Wassern, den Winden (z. B. Flugsand) durch Druck und Reibung umgestaltet wurde.

I. Die Umgebungen Wiborgs und der Imatrafall.

Zunächst mögen hier einige Beobachtungen an dem Rappakiwi bei *Wiborg*, und an dem Gneisse des *Imatrafalles* Platz finden.

Die bei Wiborg neuerbauten Befestigungen haben an mehreren Stellen der dazu erwählten zwei Berge, die auf Tafel 6, Fig. 17 meines ersten Aufsatzes über die Wanderblöcke und die Diluvien Russlands abgebildet sind, grossartige Sprengungen in dem Granit veranlasst, und es sind, namentlich in den Laufgräben, sehr schöne Profile blosgelegt worden, an denen sich die innere Beschaffenheit der grossen Rappakiwimassen gut beobachten lässt. Auf dem westlichen dieser beiden Berge kann man den anstehenden Rappakiwi, vom ganz festen, mit Pulver gesprengten, bis zu ganz aufgelockerten, zu Grus zerfallenden, in allen Abstufungen sehn. Auf dem Gipfel des Berges, an einer 7 Fuss hohen, nach SW. gerichteten, senkrechten Wand, konnte man 4 Zoll lange Orthoklaskrystalle bemerken, und obgleich das Gestein hier gar keinen Oligoklas enthält, so war es doch vollkommen verrottet. Dieser zerrissene Granit ist von einer 6 Linien dicken Lage von Granitgrus bedeckt.

In einem der Gräben, auf dem Gipfel des Berges, erscheint mitten in der Hauptmasse des grobkörnigsten rothen, keinen Oligoklas enthaltenden Rappakiwi *a*, (Fig. 1) ein liegender Stock des feinkörnigen, ebenfalls fleischroth gefärbten, sehr festen Granits *b*. In der Nähe betrachtet sieht man, dass beide Granite nicht ganz scharf von einander getrennt sind, sondern in einander übergehn. In einem andern Graben, an der Südostseite des östlich gelegenen Berges, war an einer 5 Fuss hohen, perpendikulären Wand das Profil Fig. 2 zu sehen.

Fig. 1.

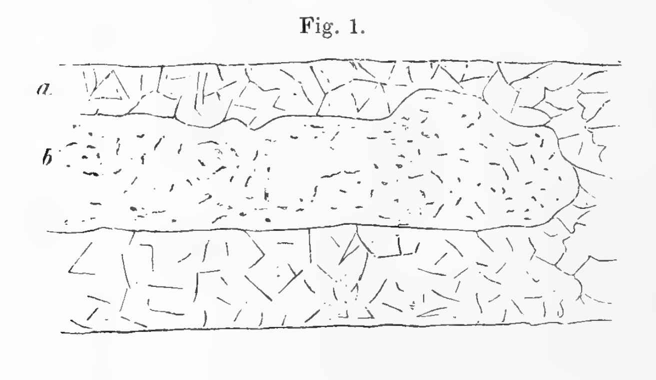


Fig. 2.

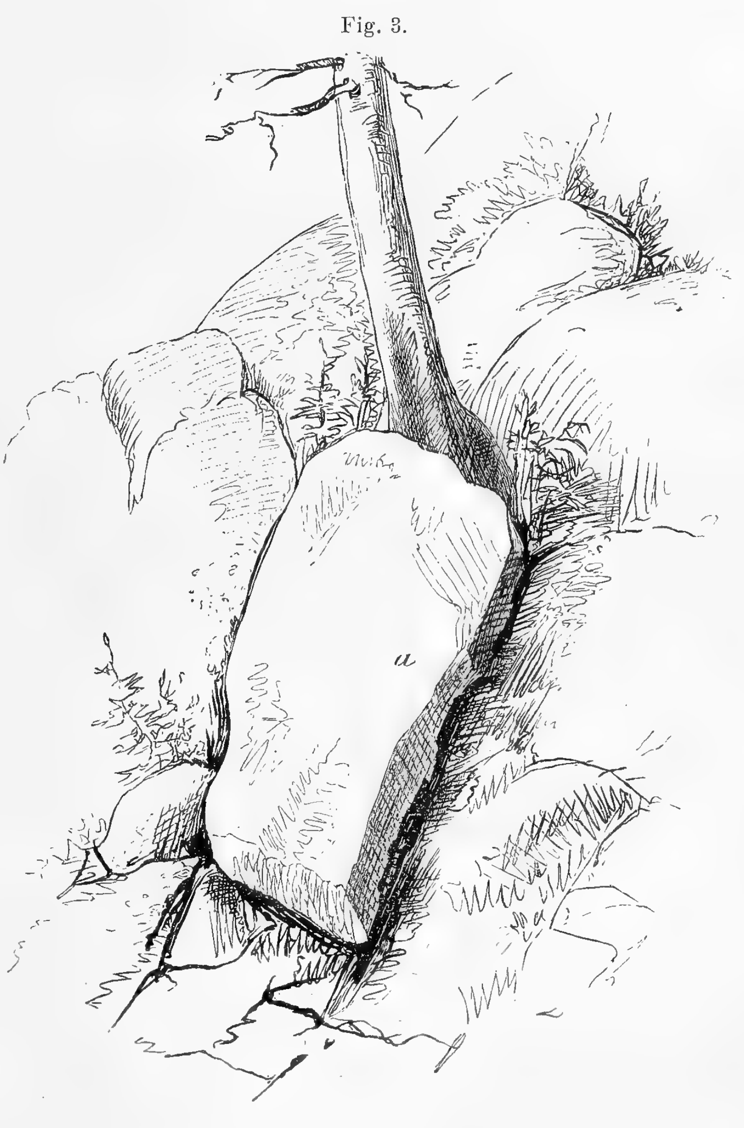
Die ganze Wand besteht aus grobkörnigem Rappakiwi. Die obere Hälfte *c*, ist aber vollständig verrottet und so locker, dass der Granit bei

geringem Drucke auseinanderfällt. Eine horizontale Zerklüftung zerlegt ihn in 2 bis 6 Zoll dicke Lagen. *d* ist ein klüftiger, aber ganz fester, unveränderter Rappakiwi, der mit Pulver gesprengt worden war.

Die Grenze zwischen *c* und *d* ist sehr scharf. Auch hier, wie an allen ähnlichen Orten, konnte man keine chemische, sondern nur eine mechanische Veränderung, eine Zerreissung, an dem verrotteten Granit sehn.

Die ungleiche Ausdehnung und Zusammenziehung der grossen Orthoklaskrystalle, die sie bei bedeutenden Temperatur-Veränderungen erleiden, und das Gefrieren des in die Haarspalten eingedrungenen Wassers, sind wohl zweifelsohne die Ursachen dieser sonderbaren, an keiner andern Felsart unsers Nordens beobachteten Erscheinung.

Fig. 3.



Ich besuchte auch den Park von *Monrepos*, dessen schönen Granitdom ich 1859 zum letzten Male gesehn und in der genannten Abhandlung abgebildet und beschrieben hatte[1]). Ich fand ihn jetzt, nach Verlauf von 13 Jahren, etwas verändert. In der obern Schale des Hügels waren mehr Spalten zu sehn, und vom untern Rande hatten sich Bruchstücke abgelöst. In den alten Spalten hatten sich Birkenbäume angesiedelt und schon eine Höhe von mehreren Fuss erreicht. Und wie die wachsenden Wurzeln solcher Bäume den Granit spalten, sahen wir in einem andern Theile des Parks. Fig. 3. Die Wurzeln eines, etwa 40 Jahre alten, Pinus silvestris, haben die Granitplatte *a* vollständig von dem Mutterfels abgelöst, und einige Zoll hoch

1) C. l. Taf. I, Fig. 1.

aus ihm herausgetrieben. Der Beweis dafür, dass der Baum das bewirkt habe, schien mir darin zu liegen, dass dessen Stamm mehrere Fuss über der Wurzel nicht rund, sondern plattgedrückt war. Er hatte sich also nach seiner engen Behausung geformt, und diese erst später gewaltsam erweitert. Wäre die breite Spalte früher dagewesen als der Baum, so hätte dieser sicherlich eine cylindrische Gestalt, und keine zusammengedrückte erhalten.

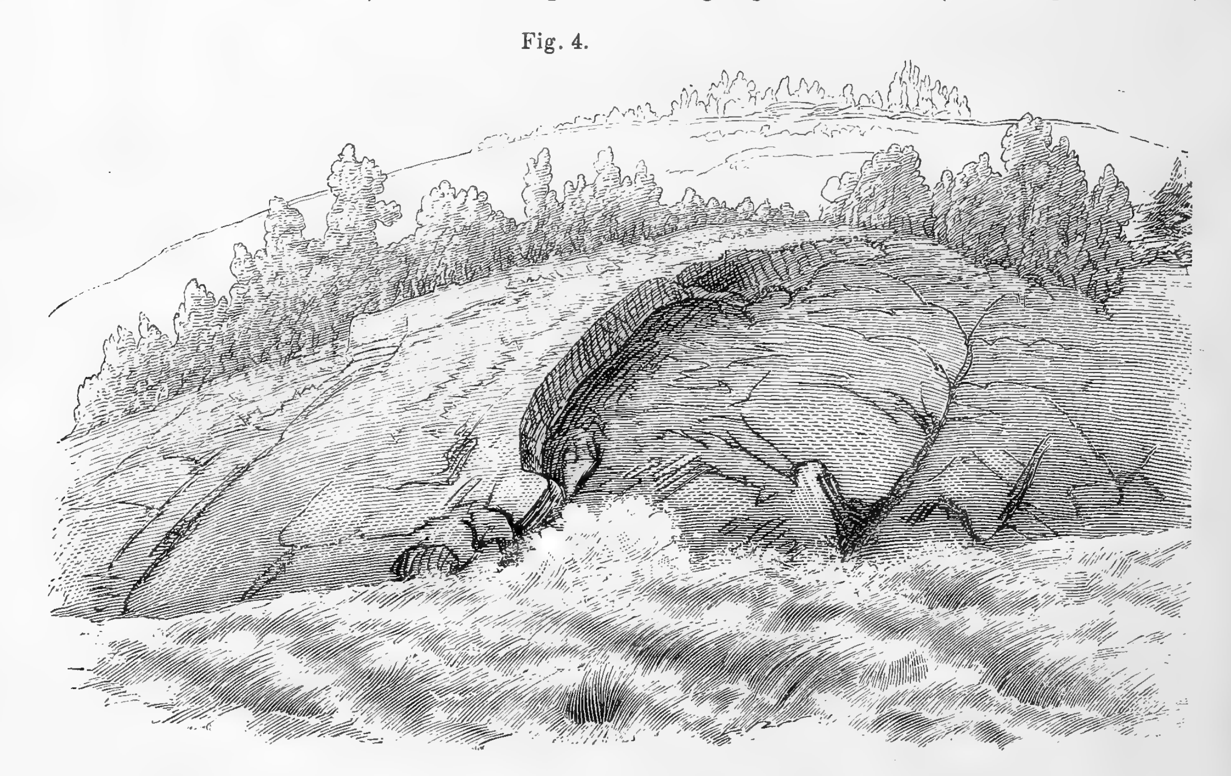
Der Imatrafall.

Tafel I ist eine, am untern Ende der Stromschnelle entworfene Ansicht desselben, und zeigt deutlich die verschiedene Beschaffenheit der beiden Ufer. Die Stromschnelle *Imatra* hat sich ihr Bette in einem grobflaserigen Gneiss, und zwar in der Richtung seines Streichens gegraben. Es ist ein kurzes, steil ansteigendes Längenthal. Am linken Ufer starren an senkrechten und überhängenden Wänden, die Schichtenköpfe des Gesteins hervor, und die brausenden Sturzwellen rasen gewaltig an den Zacken und in den Höhlungen herum.

Das rechte Ufer steigt unter Winkeln von 25° bis 30° an, und entblösst die obere Fläche gewölbter Gneissschalen. Man kann hier deutlich erkennen, dass, wie Leopold von Buch schon vor langer Zeit behauptete, auch grosskrystallinische Gneisse häufig die, den grobkörnigen Graniten eigenthümliche, concentrisch-schalige Absonderung zeigen.

An dem ebeneren, glatteren, rechten Ufer, gleiten die Wellen zwar leichter vorüber, als an dem rauhen linken, aber sie dringen hier an geeigneten Stellen (Siehe Fig. 4) in die,

Fig. 4.



die obere von der untern Gneissschale trennende Kluft ein, und füllen den untern Theil derselben mit Wasser. Wenn dieses im Winter gefriert, wird es kräftig zur Sprengung und Zerstörung der Schale beitragen, die auf diese Weise allmählich von der nächstfolgenden Schale hinweggeräumt wird. Dasselbe Spiel wird sich nun an der untern Gneissschale wiederholen, und man sieht ein, dass die Stromschnelle in Folge dessen, stetig, von links nach rechts, wird vorschreiten müssen, und das um so mehr, als der gewaltige, nie ruhende Wassersturz, zufolge des Baer'schen Gesetzes, an das rechte Ufer drängen wird.

Bekanntlich befindet sich auf der linken Seite der Stromschnelle, ein ehemaliges, jetzt trocknes Bette des Wuoxen, in welchem früher ein Arm desselben floss. Die Riesenkessel, welche dieser in dem felsigen Boden erzeuget hat, habe ich abgebildet und beschrieben in den Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersbourg, VII. Série, T. XI № 12.

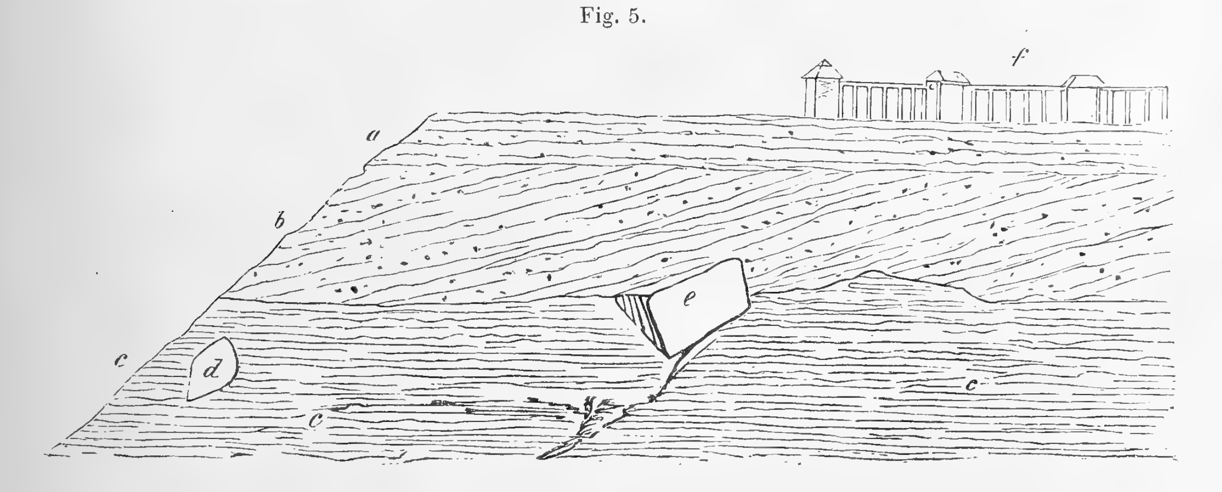
Dass dieser Arm des *Wuoxen* versiegt ist, kann aber nicht durch das westlich gerichtete Vorschreiten des Flusses (nach dem Baer'schen Gesetze) allein erklärt, sondern muss auch andern Ursachen zugeschrieben werden. Die wahrscheinlichste scheint mir ein Sinken des Wasserspiegels. Der Boden des obsoleten Bettes, am linken Ufer, liegt höher als die Oberfläche des Wassers in der Stromschnelle. War der Wasserstand im Wuoxen ehmals höher, so füllte es auch den flachen Flussarm. Nahm dann die Wassermenge ab, und sank in Folge dessen das Niveau, so musste jener Nebenarm allmählich trocken gelegt werden. Dazu konnte sich noch der Umstand gesellen, dass der Hauptarm sein Bette schneller vertiefte, als sein Nachbar, und diesem allmählich das Wasser entzog.

Diluviales bei Wiborg und am Wuoxen.

Durch grossartige Abgrabungen sind am Bahnhofe bei Wiborg deutliche Durchschnitte in den hier verbreiteten Schichten quartären Alters zu Tage getreten.

Fig. 5 stellt einen dieser Durchschnitte dar, der sich an der Nordseite und Nordostspitze der Höhe befindet, auf welcher die russische Kirche mit deren Gottesacker steht.

Fig. 5.



a. Schwach nach Süd geneigte Schichten von Sand und Grant, die aus der Zerstörung von Granit hervorgegangen sind. In diesen Schichten liegen Stumpfkantner krystallinischer Gesteine und unregelmässig zerstreute menschliche Schädel und Gebeine. Mächtigkeit 3 Fuss.

b. 20° bis 30° nach Ost geneigte Schichten, ganz von der Beschaffenheit wie *a*, aber ohne Wanderblöcke und Menschenknochen. (Discordante Lagerung zu *a*).

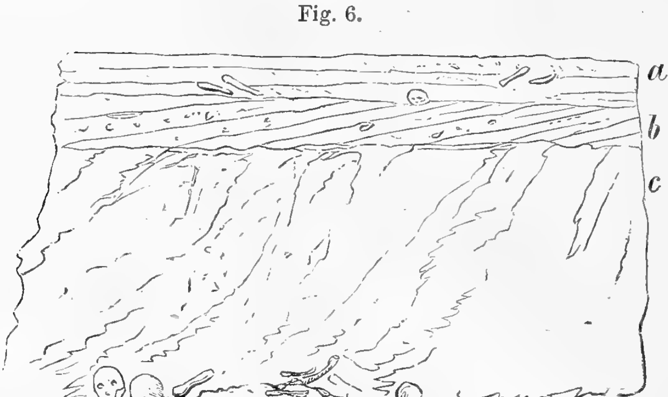
c. Feingeschichteter, grau und braun gestreifter, horizontalgelagerter Thon, ganz ähnlich dem Thone des *Newathales*, dem Thone am *Wuoxenflusse* bei dem *Kyrowasserfalle*, den wir weiter unten kennen lernen werden. In diesem Thone, der auch südlich von *Wiborg* erscheint, und hier zu Ziegelsteinen verarbeitet wird, lagen die scharfkantigen Rappakiwiblöcke *d*, 3 Fuss, und *e*, 5 Fuss im Durchmesser.

f. Der Gottesacker der russischen Kirche. Die Menschenknochen in der Schicht *a* liegen ausserhalb des Friedhofes und gehören wahrscheinlich einer früheren Zeit an. Einige derselben schienen ihren Leim bereits verloren zu haben, denn sie klebten an der Zunge; an andern bemerkte man dies nicht.

Der feingeschichtete Newathon *c*, ist ein, aus ruhigen Wassern (Schmelzendes Gletschereis?) abgesetzter Niederschlag. Die in ihm vorkommenden Wanderblöcke *d* und *e* mögen von schwimmenden Eisblöcken an ihre jetzige Stelle getragen worden sein. Die über dem Thone liegenden Sand- und Grantschichten sind aber offenbar Strandbildungen, wie wir sie weiter unten noch mehrfach werden kennen lernen.

An dem Ostabhange dieser Höhe war durch Abgraben das Profil Fig. 6 entblösst.

Fig. 6.



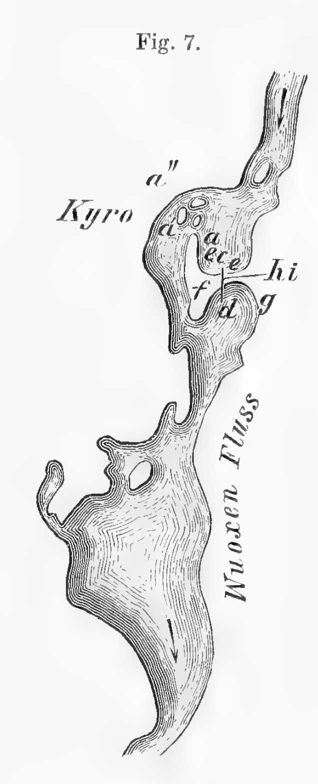
a und *b*, Sand mit kleinen Stumpfkantnern von Granit; horizontal geschichtet. In *a* Menschenskelette. Die Knochen und Schädel sind zum Theil des Leimes schon beraubt und kleben an der Zunge. Andere waren frischer und zeigten diese Eigenschaft nicht. Am Fusse des herabgerieselten Schuttes *c* lagen ganze Reihen dieser Gebeine.

Die Erosionen am Wasserfalle Kyro.

Der Wuoxenfluss bildet, 5 Werst flussabwärts von *Imatra*, eine zweite, sehr pittoreske Stromschnelle, *Kyro*, von der es eine, von Carl von Kügelgen lithographirte, nach der Natur gezeichnete, Ansicht giebt. Der *Kyro* ist weniger hoch und kürzer als der *Imatra* und

durch eine, aus Gneiss bestehende Insel, in zwei Hälften getheilt. (Fig. 7). Der Wuoxen kommt, in raschem Laufe über Wanderblöcke stürzend, an die schmale, etwa 70 Fuss hohe Landzunge *f* an, deren Untergrund aus Gneiss besteht. Diesen kann man an der Spitze der Landzunge *f* bei dem Punkte *a*, auch auf der kleinen Insel *a'* und auf der gegenüberliegenden Halbinsel bei *a''* zu Tage gehen sehn.

Fig. 7.



Die Landzunge *f* besteht in ihrer untern Hälfte aus grauem, feingeschichteten Thone, in welchem die bekannten Imatrasteine, und zwar immer mit ihren langen Axen den horizontalen Schichtungsebenen des Thones parallel, liegen.

Dieser Thon ist von einer mächtigen Ablagerung von Blocksand bedeckt.

Der reissende Fluss hat hier, indem er den Thon fortwährend benagt, die Bucht *c* ausgewaschen, an deren steilem Ufer man, namentlich bei der Stelle *e e*, frische Entblössungen sehen konnte. Er wendet sich hier an die Spitze der Landzunge und drängt sich, im Verein mit den direct nach dem Wasserfalle fliessenden Wassern, zu beiden Seiten der Insel *a'* durch das vorgeschriebene Felsenthor hindurch, und eilt mit zerstörender Gewalt an das einspringende, ebenfalls aus Imatrathon und Blocksand bestehende Ufer *g*, das er ebenfalls benagt und dadurch die Bucht *d* immer mehr vergrössert.

So verschmälert sich die Landzunge *f*—*hi* von Jahr zu Jahr durch Erosion, und wenn der dieselbe tragende, bei dem Punkte *a* enblösste Gneiss, bei der Stelle *hi* zufällig tiefer liegen sollte, als das Niveau des Flusses, so könnte es geschehen dass die Landzunge hier einst durchgerissen und in eine Insel verwandelt würde. Die Spitze *a* wird, weil sie aus festem Fels besteht, der Zerstörung noch lange widerstehn.

Dieser ganze Hergang, der so deutlich vor uns liegt, mag wieder zeigen, dass viele lange, schmale, mit einem scharfen Kamme versehene Hügel (Åsar) wie auch der *Punjaharju* einer ist, auf dem Wege der Erosion können entstanden sein. Wir wenden uns jetzt diesem Ås zu, den ich in dem ersten Theile dieser Studien (c. l. pag. 88) vorläufig beschrieben habe.

II. Pungaharju. Fig. 7.

Der Ås *Pungaharju* befindet sich auf der von *Nyslott* nach *Kronoborg* führenden Poststrasse, zwischen der Station auf der Insel *Tunan-sari*, und der Station *Puttiko*, welche südlich von dem Dorfe *Punganjemi*, auf dem Festlande liegt. Seine Länge beträgt 7 Werst.

Fig. 8.



Er beginnt NW. von dem *Belvedere*, einem Gasthofe, den die finnländische Regierung hier für die Besucher der schönen Gegend hat bauen lassen. Seine nördliche Hälfte hat eine Richtung von NNW. nach SSO. bis zu der Stelle, wo er durch eine schmale Wasserstrasse unterbrochen wird, über welche eine Brücke führt. Seine südliche Hälfte, von der Brücke bis *Pungasalmi*, streicht von NW. nach SO.

Der Ås *Pungaharju* bildet eine schmale, von kleinen Uferinseln und von ziemlich breiten Halbinseln begleitete Landzunge, welche sich von der grösseren Insel *Läukansari* abtrennt. Diese liegt in dem See *Puruwessi*, einem der vielen Zweige des *Saima*-Sees. Westlich von dem Belvedere liegt die kleine, flache Insel *Tunansari*, auf der sich eine Poststation befindet; zwischen ihrem Ostufer und dem Belvedere, in der schmalen Durchfahrt, taucht noch ein Inselchen auf.

Die Südspitze des *Pungaharju* liegt an der Durchfahrt *Pungasalmi*, dem Dorfe *Punganiemi* gegenüber. Die horizontale wie die vertikale Gliederung der Landzunge ist eine sehr mannigfaltige; das lehrt schon ein Blick auf die Karte. Selbst wenn der *Pungaharju*, wie neuerdings der Fürst Kra-

potkin[1]) will, eine alte Längsmoräne ist, so könnte man, mit ihm, nicht anders glauben, als dass sie durch Denudation und Erosion ihre ursprüngliche Gestalt verloren und die jetzige angenommen habe. So wie der *Pungaharju*-Ås ist wohl ursprünglich keine Moräne der Welt gestaltet gewesen.

Micht minder mannichfaltig als die Configuration ist auch das Relief des Ås. Er beginnt im Norden, bei der kleinen Landzunge *a*, wo das Ufer eine Höhe von 20 bis 25 Fuss hat und steil abfällt, mit den beiden Hügeln *b* und *c*, und steigt dann allmählich bis zum Belvedere an, das auf einer Höhe von 78 Fuss liegt. In der Nähe des Belvedere hat der Scheitel des Ås an einer Stelle nur 16 Fuss Breite. Der Böschungswinkel der Abhänge beträgt hier 25° bis 35°. Gegen das Ufer hin ist er geringer. Durch eine Schlucht von ihm getrennt, ist er im Osten von einem niedrigeren, 28 bis 30 Fuss hohen, ihm parallel verlaufenden Ås begleitet, der bis 40 Fuss ansteigend, nördlich von der Insel *Kotka-Sari* endigt. Am Ostfusse beginnt eine Wiese mit thonig-sandigem Untergrunde, die 10 bis 15 Fuss Höhe erreicht. Auf ihr liegen erratische Blöcke und weiter nach Osten treten Gneiss- und Granithügel auf. Nach Süd vom Belvedere steigt der Ås, drei Werst weit, allmählich bis zu 80, und bei dem schmalen Isthmus, von welchem sich die Halbinsel *Takaharju* vom *Pungaharju* abtrennt, zu 85 Fuss an. Hier wendet er etwas mehr nach Ost ab, hora 8, sinkt bis 25 Fuss Höhe herab, steigt dann wieder bis 63 Fuss, senkt sich nochmals bis 27 Fuss, erhebt sich wieder bis 46 Fuss und erreicht seine schmälste und niedrigste Stelle, mit 10 bis 15 Fuss Höhe, bei der Brücke *f*. Von hier bis an sein Südende nimmt er ein Streichen von hora 7 bis 8 NW.—SO. an, steigt bei dem Forsthause *g* bis 40 Fuss an. Hier lehnen sich ihm von jeder Seite eine Halbinsel an, von denen die westliche 60 Fuss, die östliche 52 Fuss Höhe erreicht.

Im weiteren Verlaufe nach Süd erhebt er sich bei dem zweiten Forsthause *h* wieder bis 71 Fuss, entsendet hier eine 15 Fuss hohe Halbinsel *i* nach NW., fällt dann bis zu 20 Fuss ab und erreicht vor seinem südlichen Ende noch eiue Höhe von 32 Fuss.

Das gegenüberliegende Festland bei *Punganjemi* steigt steil bis 56 Fuss Höhe an.

Geologische Beschaffenheit des Pungaharju und seiner Umgegend.

Die geologische Beschaffenheit des Ås kann man an seinen Abhängen und an mehreren Profilen beobachten, die sowohl von der Natur als auch der Kunst hergestellt sind. Zur Remonte der auf seinem Rücken angelegten Fahrstrasse werden Sand und Gerölle aus mehreren Gruben entnommen, in denen man frische Durchschnitte sieht. So die Grube, die sich in der Nähe des Belvedere, auf dem Wege zu dem Dörfchen *Läukanby* befindet,

---

1) Изслѣдованіе о ледниковомъ періодѣ. П. Кропоткина. 787 Seiten gr. 8. (Записки Имп. Русск. Геогр. Общества. Томъ VII. по Общ. геогр. 1876).

und in der Nähe des Westufers, unweit des Forsthauses *g*. Diesen letzteren Durchschnitt habe ich in der ersten Lieferung dieser Studien T. 5 Fig. 29 abgebildet und pag. 89 beschrieben. Ich habe ihn aber nicht für einen Durchschnitt der Hauptmasse des Ås ausgegegeben, einen solchen giebt es nicht, sondern er stellt das 10 Fuss hohe künstlich entblösste Profil in einer Grantgrube in der Nähe des Forsthauses dar.

In dem Profile Fig. 23 habe ich einen idealen Durchschnitt des ganzen Ås dargestellt, wie ich ihn mir auf Grund meiner Beobachtungen damals dachte. In seinem Werke spricht sich der Fürst P. Krapotkin pag. 76 dahin aus, dass ich von der inneren Beschaffenheit des *Pungaharju* gar nichts wisse, und dass man nach den wenigen und dürftigen Entblössungen an seiner Oberfläche, deren er drei anführt, auf den inneren Bau nicht schliessen und namentlich nicht wissen könne, ob die Bestandtheile des Ås geschichtet oder ungeschichtet sind. Ich gebe zu, dass der *Pungaharju* an keiner Stelle bis auf den Grund durch Quereinschnitte aufgeschlossen ist. Aber in der Nähe des *Belvedere* ist seine Hauptmasse bis 30 Fuss tief durch Abgrabung blosgelegt, und hier kann man sich davon überzeugen, dass er aus erratischen Stumpfkantnern, kleinen Rollern und aus grobem Sand besteht, dem etwas Thon beigemengt ist. Eine Schichtung ist hier unverkennbar, wenn auch nicht so deutlich ausgesprochen, wie an den Durchschnitten der alluvialen Sedimente, die wir am Fusse und an den Abhängen des Pungaharju weiter unten werden kennen lernen.

Der Verfasser des genannten Werkes sagt selbst pag. 53: Der *Pungaharju* ist wahrscheinlich geschichtet, jedenfalls «промытый», d. h. der Wirkung des Wassers ausgesetzt gewesen, hält ihn aber für eine Moräne, deren ursprüngliche Gestalt und Grösse durch Abspülung sich verändert hat. Von dieser Ansicht differirte die meinige schon früher: Ich kann in dem *Pungaharju* keine Moräne erkennen, sondern halte ihn für den, auf felsigem Untergrunde stehen gebliebenen, also ausgesparten Rest der Glacialschicht, d. h. der Gesteinstrümmer und des Sandes, die hier zur Eiszeit zwischen der Eisdecke und dem Felsboden sich befanden und deren Masse später, nachdem sie ihre Eisdecke verloren hatte, je nach dem Relief und der Configuration des felsigen Untergrundes, bei dem nun eintretenden Denudationsprocesse, die verschiedensten Formen annahm. Wir werden, zur Unterstützung dieser Ansicht, mehrere analoge Erscheinungen aus andern Gegenden unseres Nordens anführen, wie wir das auch schon in der ersten Lieferung dieser Studien gethan haben.

Den Untergrund des Ås bildet der hier verbreitete graue, grobflaserige Gneiss. Wir fanden ihn an folgenden Stellen anstehend:

Südöstlich vom *Belvedere*, an dem Ostrande der kleinen Bucht, an welcher der Sumpf liegt. Die Oberfläche des Gneisses ist mit Schliffflächen und Schrammen bedckkt. Auf einer Botfahrt, die wir von dem Landungsplatze am Westufer des Ås machten, sahen wir sowohl an seinem Fusse, als auf den vorliegenden Schären und an dem gegenüberliegenden Ufer, an vielen Stellen anstehenden Gneiss. An mehreren landeten wir.

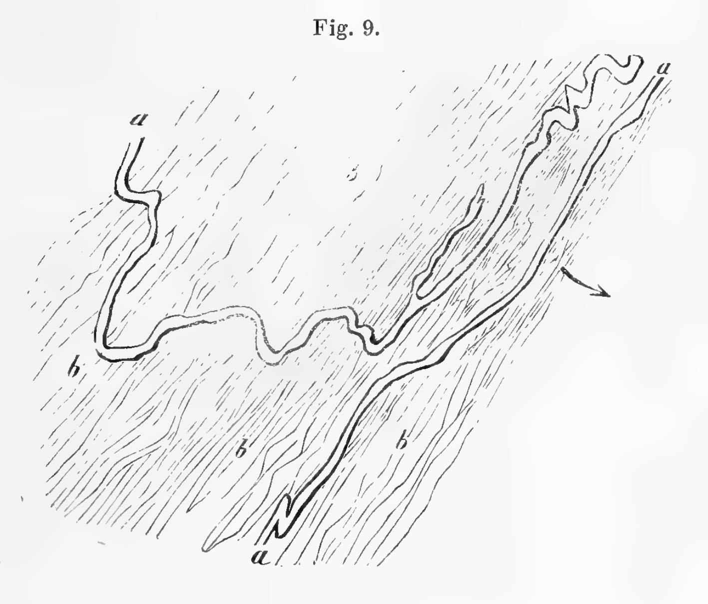
An der Südspitze des *Pungaharju* kann man das in Blöcke zerfallene Ausgehende des-

selben grauen Gneisses sehen. Die Blöcke sind an den Kanten nicht durch Reibung, sondern durch Verwitterung abgestumpft.

Am Ostfusse des Ås geht dieser Gneiss auf dem Inselchen *Kotkasari*, nördlich von *Hüninsari* und auf der Halbinsel zu Tage, die bei *Kuikonjemi* endigt. Hier sah Krapotkin den Gneiss bis in 25 Fuss Höhe über den Wasserspiegel ansteigen.

Am besten kann man den Gneiss an dem westlichen Fusse des *Pungaharju*, in der Nähe des Belvedere und auf einer benachbarten Schräe beobachten, die wir trockenen Fusses erreichen konnten.

Fig. 9.



Die Schichten des Gesteins fallen, weil sie vielfach undulirt sind, unter sehr verschiedenen Winkeln nach NW., und sind von vielen Gängen und Adern eines weissen Granits mittleren Kornes durchsetzt, die oft einen sonderbaren Verlauf nehmen Fig. 9. An den erwähnten Entblössungen in der Nähe des Belvedere konnte man das Bersten des Gneisses in scharfkantige Blöcke Schritt für Schritt beobachten. Wo solche Blöcke lange Zeit von den Wellen bespült und vom Gerölle gerieben werden, stumpfen sie sich allmählich an den Kanten ab, und man hält sie dann leicht für Wanderblöcke, obgleich sie zusammengehörig sind.

Der Gneiss erhebt sich hier 10 bis 12 Fuss über den Wasserspiegel, und ist in dieser Höhe von dem Blocksande des Ås bedeckt, unter welchem er aber gewiss unter dieser Decke noch höher ansteigt und dem Ås sein Relief giebt.

Nachdem wir so den felsigen Untergrund des *Pungaharju* bezeichnet haben, gehen wir zu seiner oberen Decke über. Der eigentliche Körper des Ås besteht, wie oben bereits erwähnt wurde, aus Blocksand mit einer geringen Beimengung von Thon. Viele, vielleicht die meisten Blöcke gehören dem örtlichen, grauen Gneisse an. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass sie der Unterlage des Ås entnommen sind. Sie können auch aus der nördlichen Nachbargegend herstammen, in welcher dasselbe Gestein vorherrscht. Sie sind verschiedener Grösse und liegen dicht aneinandergedrängt, am dichtesten in der südlichen, schmalen Hälfte des Ås. Zu den Gneissblöcken gesellen sich aber auch andere Gesteine, namentlich Granit, seltener Quarzit. Sie sind an den Kanten abgestumpft; dies, wie es scheint, ist mehr eine Folge der Verwitterung als der Reibung, weil ihre Oberfläche rauh ist. Kleinere Blöcke sind oft ganz abgerundet und glatt. So namentlich diejenigen, welche

überall am Ufer des Ås angehäuft sind, wo ihre Abscheuerung, bei starkem Wellengange, noch jetzt stattfinden mag. Die kleinsten Gesteinstrümmer, die Gerölle, sind immer abgerundet. Die grössten Blöcke auf dem Ås, die ich angetroffen habe, messen 6 bis 10 Fuss Länge und sind Stumpfkantner. An dem steilen Ostabhange des Ås, der Nordspitze von *Hüninsari,* liess ich mehrere bis 3 Fuss tiefe Schürfe schlagen, um den Gneiss aufzudecken und um zu sehen, ob eine Schichtung in der Hauptmasse vorhanden sei. Der Versuch blieb ohne Erfolg. Es zeigten sich nur kleinere Blöcke von Gneiss und Granit, in gelben Quarzsand gehüllt, dem Splitter von Orthoklas und Glimmerschüppchen beigemengt sind. Es ist also auch dieser Sand ein zerstörter Gneiss und Granit.

Ob das Innere des *Pungaharju* geschichtet oder ungeschichtet ist, und wie hoch der Gneiss unter seinem Mantel emporsteigt, konnte freilich nicht vollständig ermittelt werden, aber seine petrographische Beschaffenheit wird in allen Theilen dieselbe sein, die man an seinen Abhängen und an den künstlichen Entblössungen beobachten kann. An den letzteren ist eine Schichtung angedeutet, und ich halte es daher für etwas gewagt, wenn mein Kritiker, der Fürst Krapotkin, kategorisch erklärt: ich wisse von der inneren Beschaffenheit des *Pungaharju* geradezu nichts.

Dass diese Hauptmasse des Ås, sie mag nun ursprünglich eine Längsmoräne gewesen sein oder auch nicht, ihre gegenwärtige Gestalt durch Denudation und Erosion erhalten hat, kann nicht bezweifelt werden, und von Veränderungen, die an ihm noch jetzt sich vollziehen oder unlängst vollzogen haben, spricht, wenn auch nicht mit grosser Zuversicht, der Verfasser der genannten Schrift selbt.

Nicht nur an seinen Abhängen, insonderheit an dem westlichen, sondern viel häufiger an seinem Fusse und auf den benachbarten Inseln, kann man die Produkte des mechanischen Zersetzungsprocesses, der Aufbereitung, sehen, die er erfahren hat. Der Sand, der Thon, die Blöcke und Gerölle, welche die Hauptmasse bilden, sind durch jene Processe von einander gesondert, sortirt und aus ihnen getrennte Lager und Anhäufungen gebildet worden. Der Böschungswinkel der Abhänge des *Pungaharju* erreicht an manchen Stellen 35° bis 40°, namentlich da, wo seine Breite gering und sein Rücken sehr schmal ist. Bei der Unterwaschung der Ufer, wie sie noch heute an dem Alluvium des Westufers geschieht, glitten an diesen Böschungen die Blöcke der Hauptmasse hinab und sammelten sich allmählich zu einem Kranze um den ganzen Ås, auf dessen Ufersäume. Der Sand und Thon, der sie einhüllte, rieselte ebenfalls hinab, ward vom Wasser geschlämmt, und da der Thon viel länger im Wasser suspendirt bleibt als der Sand, bildeten sich hier wechsellagernde Niederschläge beider Detriturarten.

Einen Durchschnitt dieser Art sahen wir am Westufer des *Pungaharju*, in seiner südlichen Hälfte, in der Nähe des *Pungasalmi* Fig. 10. Er ist an einer bis 12 Fuss hohen, steilen Wand zu sehen, die sich über einem schmalen Ufersaume erhebt.

a. Hellgelber, feiner, ungeschichteter Quarzsand mit wenigem Gerölle krystallinischer Gesteine. 4 Fuss 6 Zoll.

b. Hellgelber, feiner Quarzsand, diagonal geschichtet, ohne Gerölle.

c. *d*. und *e*. Graugelber, etwas thoniger Sand ohne Gerölle, bis 1 und 2 Zoll dick, mit Wellenabdrücken (Ripplemarks).

f. Gelber, diagonal geschichteter Sand. 2 Fuss mächtig.

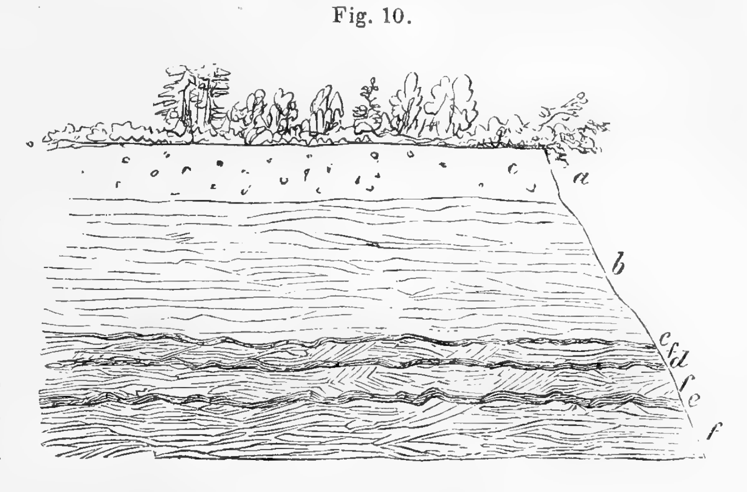


Fig. 10.

Ein anderes Profil, Fig. 11, zeigt deutlich, dass die ältere Sandablagerung *a'* eine Erosion erfahren hat, und dass sich dann in der entstandenen Mulde der ebenfalls feingeschichtete Sand *a* ungleichförmig zu *a'* ablagerte. Auch hier waren an einer dünnen Schicht *a*, deren Sande Thon beigemengt ist,

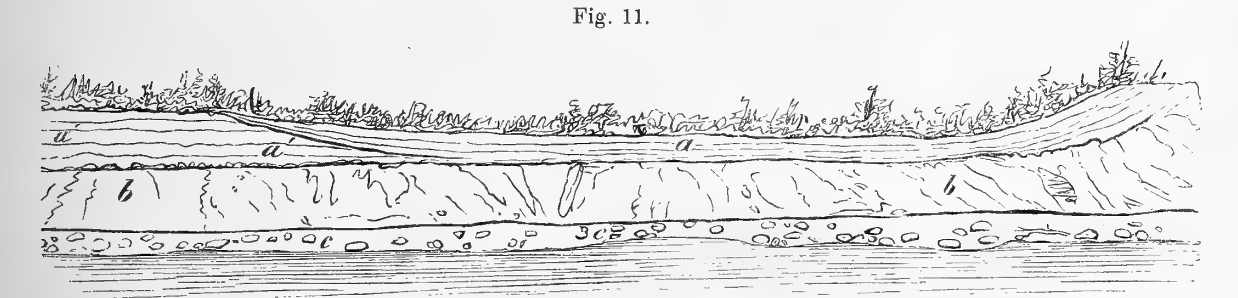
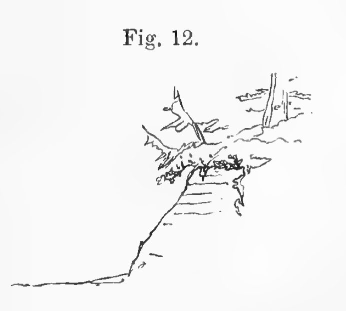


Fig. 11.

Ripplemarks zu sehen. Die untere Hälfte des Durchschnitts ist vom Schutt *b* maskirt. Der Ufersaum *c* besteht aus demselben Sande und kleinen Geröllen und runden Blöcken krystallinischer Gesteine.

Dass das Wasser des Saimasees diese lockeren Gebilde auch jetzt noch angreift und zerstört, mag der Durchschnitt Fig. 12 beweisen, an welchem man den, mit jungen Pinus bewachsenen Rasenfilz seiner Unterlage beraubt sehn kann.


Fig. 12.

Dasselbe zeigt auch die obenstehende Fig. 10.

Da nun solche Sandablagerungen nicht nur, wie hier, am Ufer des Ås vorkommen, wo sie ihm angelagert sind, sondern auch höher hinauf an seinen Abhängen, so deutet das unwiderleglich darauf, dass der Wasserspiegel des Saima und aller seiner unzähligen Buchten und Verzweigungen, früher ein höherer gewesen sein müsse, und dass der Denudations- und Erosionsprozess dem Sinken des Wassers folgte. Als solche Beispiele wollen wir folgende Durchschnitte anführen.

Fig. 13 stellt ein Profil dar, das, etwa eine Werst nördlich von der Südspitze des *Pungaharju* enblösst war, in unmittelbarer Nähe jenes konischen Hügels, den ich weiter unten in Fig. 13, abbilde, und dessen auch Krapotkin in seinem Werke erwähnt.

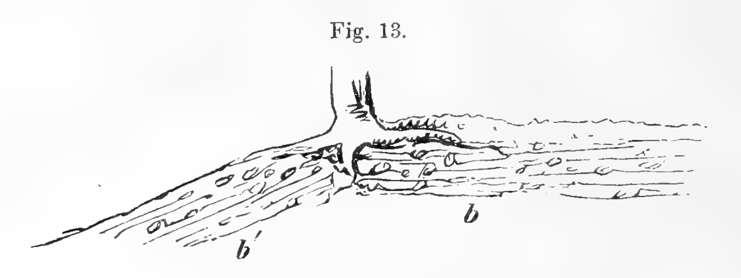


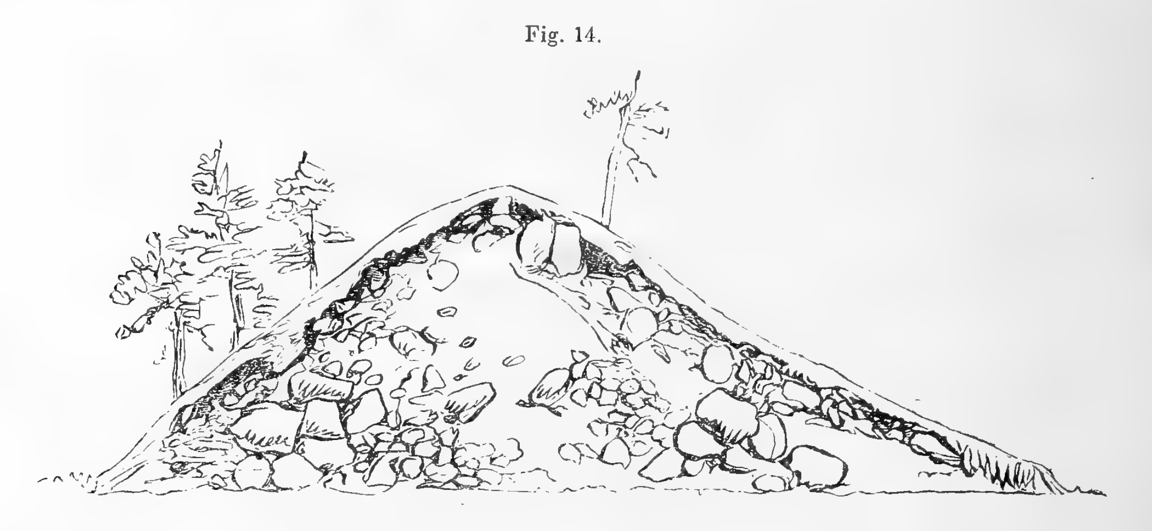
Fig. 13.

a, *b* horizontalgeschichteter Sand mit Geröllen krystallinischer Gesteine.

b′ derselbe Sand mit 22° seewärts geneigt nach W.

Fig. 14. Dieser, dicht an der Fahrstrasse, durch die Kunst hergestellte Hügel besteht aus thonigem Sand, kleinen Geröllen und 3 bis 4 Fuss langen Stumpfkantnern verschiedener Granite, Gneisse und anderer krystallinischer Gesteine. Er liegt auf dem geschichteten Sande

Fig. 14.



des Profils 13, und dieser ist auch an seiner Basis bei *a* zu sehen. Zur Zeit der Kriege Russlands gegen Schweden, sind hier Truppenabtheilungen gewesen, die solche Hügel mögen aufgeworfen haben. Heutzutage holt man sich aus diesem Hügel Material zum Wegebau.

Da, wo die Zerstörung der Hauptmasse des Ås, bis auf den anstehenden Gneiss vorgedrungen war, musste die Zerstörung selbstverständlich aufhören, und an solchen Stellen konnte nur noch die Denudation durch Schneewasser, Regenwasser und Wind stattfinden, so lange der Ås von keiner schützenden Vegetation bedeckt war. Daraus aber folgt, dass die gegenwärtige Gestalt des *Pungaharju* von diesen Verhältnissen abhängig sein, und ich sehe keine Veranlassung zur Annahme, dass er ursprünglich eine Moräne gewesen sein müsse. Zur Bildung von Längsmoränen fehlen hier die Bedingungen, nämlich ein Thal, in welchem sich ein Gletscher befand und von dessen Gehängen Felstrümmer auf letztern herabglitten.

Wo die Gneissunterlage des *Pungaharju* an beiden Ufern zu Tage geht, finden wir

zugleich seine grösste Breite. So in der Gegend des Belvedere, von *Kessuanjemi* bis an das Nordende der Puruwessibucht. Eben so von dem Nordufer der Halbinsel *Takaharju* bis an die Gneissinseln *Kotkasari* und *Onkiluoto*. Weiter nach Süd verschmälert er sich und sinkt zugleich bis 10° Höhe herab. Auf dieser Strecke ist kein anstehender Gneiss gefunden. Dagegen erscheint dieser wieder an der Bucht *Mustalaks* und bei *Kuikanjemi* und hier ist der Ås wieder von zwei, bis 60 Fuss hohen Halbinseln flankirt, die zusammen eine Breite von 2500 Fuss haben. Schliesslich läuft der Ås nach Süd in eine sehr schmale, bis 22 Fuss hohe Landzunge aus, an deren Südspitze zerfallener Gneiss ansteht. So bedingt die feste Unterlage seine Umrisse und seine Höhe.

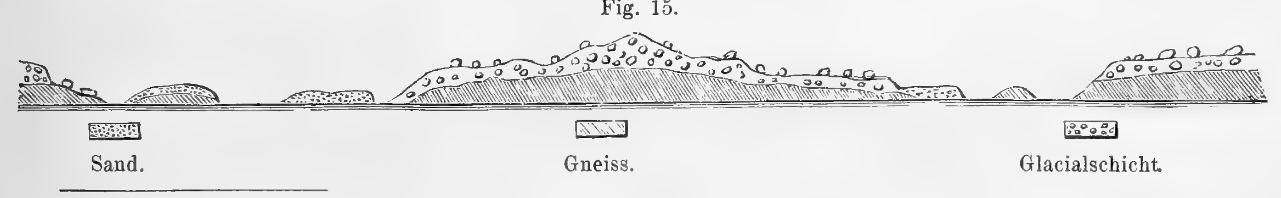
In Finnland und im Olonezer Gebiete hat es, so lehren die Erscheinungen, einst grosse Eisdecken gegeben, wie wir sie jetzt noch in den Regionen des arktischen und antarktischen Poles kennen. Diese aber erzeugten nur Untermoränen, deren Ausdehnung der Eisdecke entsprechen musste. Von einzelnen, aus ihnen hervorstarrenden Felsmassiven entnahmen sie allerdings hier und da auch Trümmer und trugen diese, in Form von Längsmoränen bis an ihren äussern Rand. Es ist aber im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass solche Obermoränen, auf dem langen Wege ihre Gestalt behalten konnten, wenn sie sich nicht in einem, den Weg vorschreibenden Thale befanden [1]).

Alle sogenannten Diluvialmassen unsers Nordens bin ich geneigt für das Produkt der Reibung zu halten, welche die untere Fläche der Eisdecke auf den Untergrund ausübte. Wir wollen dieses Produkt ein für alle Mal die Glacialschicht nennen. Sie besteht aus Stumpfkantnern mit gescheuerter und geschrammter Oberfläche und aus Reibungsprodukt, Sand, kleinen Gesteinstücken und Gesteinssplittern. In vielen trifft man auch noch lockeres oder erhärtetes Mineralmehl an, das letzte und feinste Erzeugniss der Reibung.

Diese Glacialschichten, welche wahre Musterkarten der Gesteine sind, welche die Eisdecke, von N. nach S. gleitend, überschritt, sind, nachdem ihre Decke geschmolzen, daher tropfbar flüssig geworden war, auf die mannigfaltigste Weise von den Gewässern durchfurcht, denudirt und die Ränder der Furchen benagt worden, bis auf den felsigen Untergrund. Die stehenden wie die fliessenden Wasser, die diese Arbeit vollführten und noch jetzt vollführen, nahmen in früheren Zeiten ein höheres Niveau ein, und die stehenden sinken auch jetzt noch allmählich hinab und die Flüsse und Ströme vertiefen in Folge dessen allmählich ihre Betten, verwandeln allmählich ihre Wasserfälle in Stromschnellen und rücken ihre Mündung immer weiter, durch das wachsende Delta, vor.

Fig. 15 ist ein idealer Durchschnitt des *Pungaharju* wie ich ihn mir, nach den gemachten Beobachtungen, vorstelle.

Fig. 15.



[1]) Man vergleiche diess mit den Beschreibungen der Gletscherdecke Grönlands und des Südpolarlandes.

*

III.

Um meine Ansicht über die Entstehung der Åsar unsers Nordens durch neue Thatsachen zu unterstützen, wende ich mich nach dem Silurgebiete Estlands, namentlich nach der Südküste der Insel *Dagö* (Dagden) und nach *Isenhof*, an der Nordküste Estlands.

Die Landzunge Kassar, in der Nähe des Gutes Kassar des Baron Stackelberg.

Fig. 16, 17 und 18.

An dem Südostufer von *Dagö* liegt die Insel *Kassar*. Ihr Südwestufer läuft in zwei Halbinseln aus. Die nördliche derselben hat eine Richtung von SO. nach NW., die südliche von NO. nach SW., und von ihrem südlichen Theile springt eine schmale, zwei Werst lange Landzunge, in südwestlicher Richtung vor. Um von Dagö nach Kassar zu gelangen, musste man früher den längeren Weg über die nördliche Landzunge und über *Orjack* nehmen. Den Bemühungen des Baron Stackelberg von *Kassar* verdankt man die Herrichtung eines Dammes, der jetzt die Insel mit Dagö verbindet, und auf welchem ein guter Weg direct nach den Gütern *Waimel* und *Putkas* führt.

Fig. 16.

Obgleich die Insel niedrig und eben ist, hat sie doch durchweg einen felsigen Untergrund. Des Steinbruchs bei dem Gute *Orjack*, der in der Schicht Borealis der obern Silurformation angelegt ist, habe ich bereits in der ersten Lieferung dieser Studien erwähnt. In der Nähe einer zu dem Gute Orjack gehörigen Hoflage befindet sich ein Steinbruch in dem, von Akad. Schmidt so benannten Joerdenschen Pentameren-Dolomit № 4, 5 und 6 des idealen Profils, das Prof. Grewingks geologischer Karte der Ostseeprovinzen beigegeben ist. Wir fanden hier Platten dieses Kalksteins, die von glänzenden, geschrammten Gletscherschliffen bedeckt waren. Auf einer solchen Fläche war eine Koralle quer durchschnitten, und dadurch ihr innerer Bau, wie auf einer schönen Zeichnung, zur Anschauung gebracht. Der Orjacksche Kalkstein repräsentirt die, auch bei der Kirche Pühhalep, auf Dagö, vorkommende Schicht № 5. Hier ist eine mehrere Quadratfaden grosse horizontale Kalksteinfläche blosgelegt, auf deren glattgeschliffener Oberfläche die Schrammen von N. nach S. und N. 10° W. streichen. Zu einem zweiten Bruche führte man uns bei einem, im Juli 1879 wiederholten Besuche

Dagö's. Derselbe befindet sich südlich vom ersten unweit der Stelle, wo sich die südliche Landzunge von der Insel abzweigt.

Auch an manchen andern Stellen von Kassar, ist man beim Graben, in geringer Tiefe auf Kalksteinschichten gestossen, und die Oberfläche der Insel ist an vielen Orten, so namentlich am höher ansteigenden Uferwalle des südöstlichen Ufers, von scharfkantigen, oder stumpfkantigen Bruchstücken des Kalksteins bedeckt. Die südwestliche Landzunge, die ich hier beschreiben und abbilden will, ist eine unmittelbare Fortsetzung des obenerwähnten Uferwalles, und hat, mindestens in ihrer nördlichen Hälfte, ohne Zweifel, ebenfalls einen felsigen Untergrund, der ihre Gestalt und Ausdehnung bedingt, ähnlich wie wir das am *Pungaharju* nachgewiesen haben.

Fig. 17.

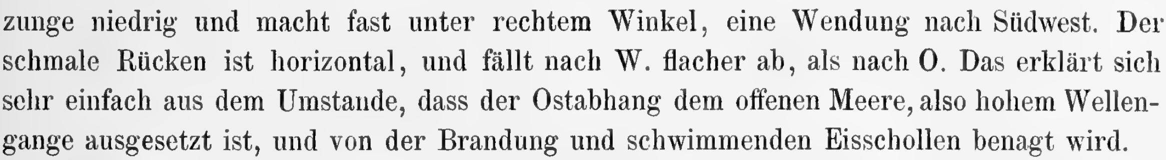


Fig. 18 (folgende Seite) stellt die Landzunge von *Kassar* dar, wie man sie, von Nord nach Süd schauend, erblickt. Die Windungen auf dem Kärtchen Fig. 17, erscheinen in Fig. 18 verkürzt, und daher viel stärker.

An der Wurzel bei *a* mag die Höhe des Scheitels etwa 20 bis 21 Fuss betragen. Hier ist auch die Breite der Landzunge bedeutender. Höhe und Breite nehmen aber beim weitern Verlaufe nach Süden ab, und an ihrer Spitze ist die Landzunge niedrig und macht fast unter rechtem Winkel, eine Wendung nach Südwest. Der schmale Rücken ist horizontal, und fällt nach W. flacher ab, als nach O. Das erklärt sich sehr einfach aus dem Umstande, dass der Ostabhang dem offenen Meere, also hohem Wellengange ausgesetzt ist, und von der Brandung und schwimmenden Eisschollen benagt wird.

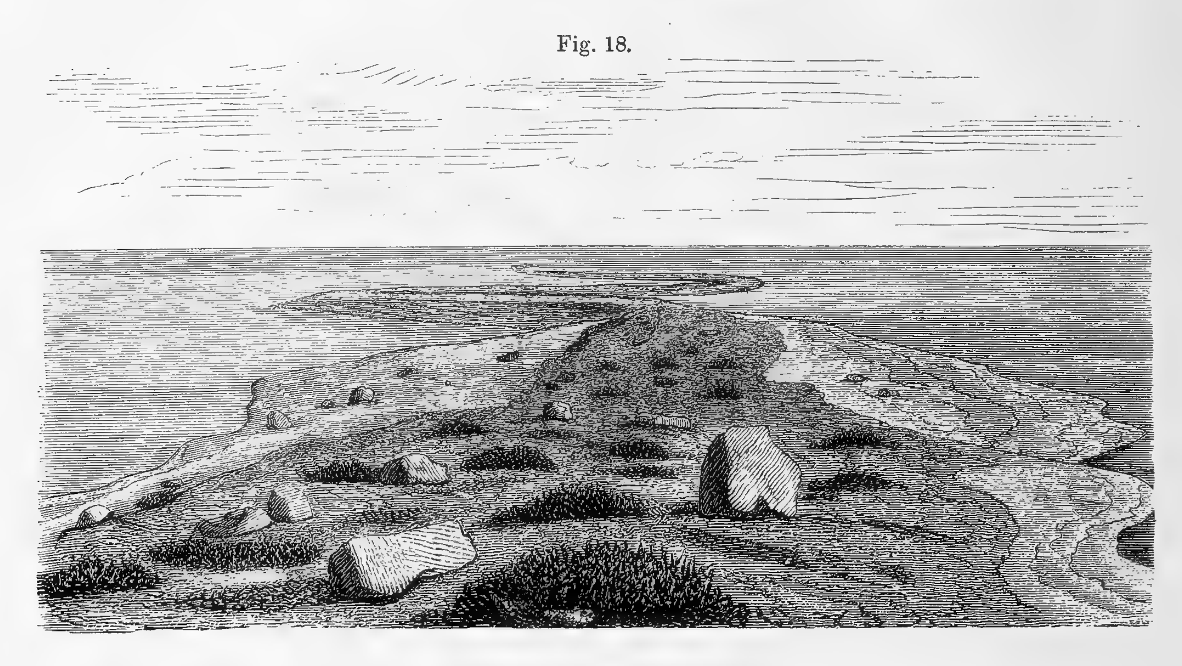
Das Westufer aber befindet sich an einer kleinen geschützten Meeresbucht, in welcher die Wellen nie hoch gehen und die dazu geeignet ist vom Lande Sinkstoffe aufzunehmen und zu behalten. Hier sieht man denn auch einen flachen Ufersaum aus Sand, den das Meer angespühlt hat.

Die Hauptmasse der Landzunge besteht aus grösseren und kleineren Scharfkantnern des hier anstehenden Kalksteins. Wir konnten zwischen diesen Bruchstücken nur ganz geringe, kaum bemerkbare Spuren von Sand oder Thon bemerken. Am Ostufer sind die Kalksteintrümmer, weil der Wirkung der Meereswellen preisgegeben, stets mehr oder weniger abgerollt. Nur selten findet man zwischen Kalksteinstücken auch Gerölle krystallinischer Gesteine Skandinaviens. Grössere Wanderblöcke, meist dem Granite Finnlands oder Schwedens angehörend, liegen auf dem Rücken und am Ostabhange der Landzunge, und auf

1) Diese Karte theilte mir Baron Stackelberg mit; sie ist im Jahre 1709 von Siponius gezeichnet, 1771 von Lindskoe revidirt.

dem erwähnten Uferwalle. Dieser besteht aus Bruchstücken eines dichten, schneeweissen Kalksteins. An dem, dem Meere zugewendeten Abhange sind sie abgerollt, und bilden oft kleine, steile, gekrümmte Wälle, wie herandrängende Eisschollen sie zu erzeugen pflegen. Wir sahen sie auch bei *Ristna*, an der Westküste von *Dagö* in grösseren Dimensionen. An beiden Abhängen der Landzunge erkennt man deutlich alte, höher gelegene Uferschwellen, die von Sturmfluthen nur noch selten oder gar nicht erreicht werden.

Fig. 18.

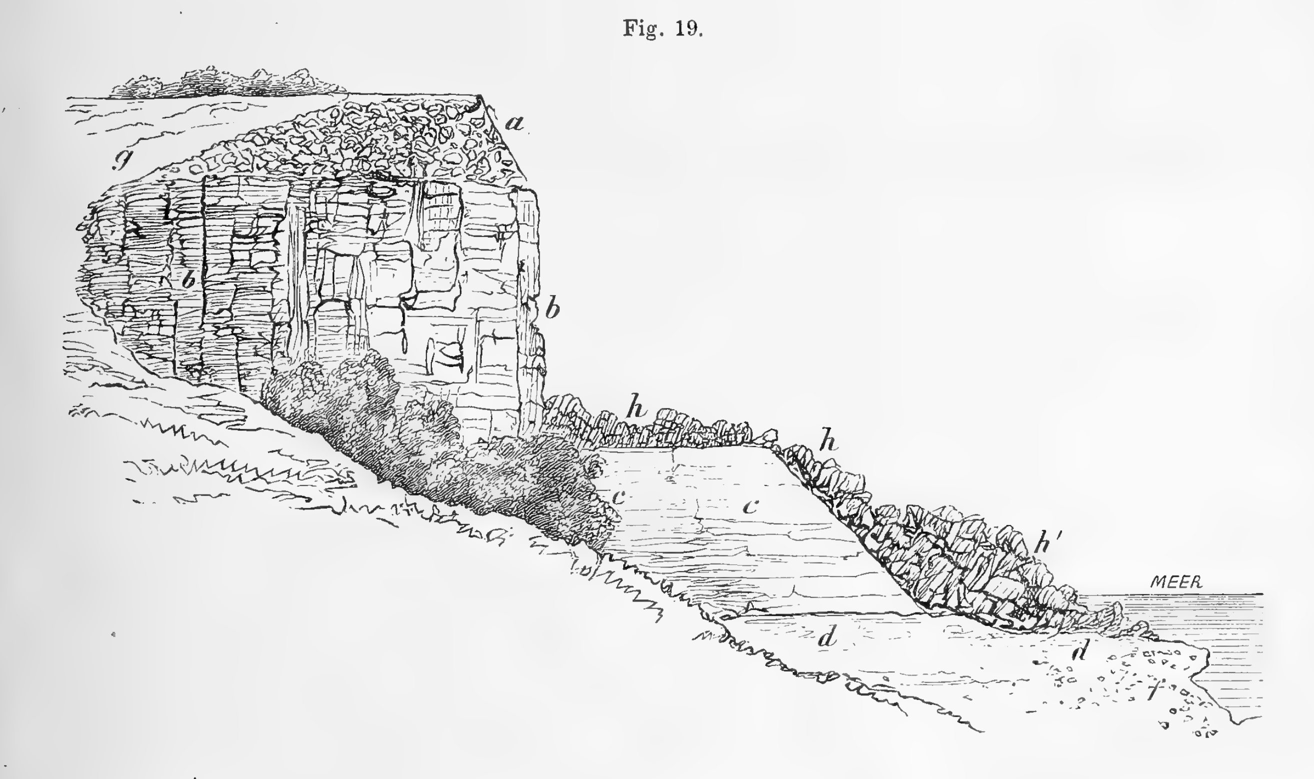


In der ersten Lieferung dieser Studien erwähnte ich schöner, glänzend polirter und geschrammter Gletscherschliffe auf dem Pentameren-Dolomit des Orrjaker Steinbruchs. Rufen wir uns diess ins Gedächtniss und bedenken wir, dass die ganze Oberfläche nicht nur der Insel *Kassar*, sondern auch der ganzen Insel *Dagö*, von, aus Kalkstein bestehendem, Gletscherschutt bedeckt ist, so werden wir auch hier zu dem Schlusse kommen, dass die Landzunge von Kassar weder eine alte Längsmoräne, noch ein, von Wellen und Eis aufgethürmter Ås, sondern der, auf festem Untergrunde liegende Rest einer weitverbreiteten Trümmerschicht ist, die einst zwischen der Eisbedeckung und dem unter ihr liegenden Kalksteine entstand. Wie der *Pungaharju*, so ist auch die Landzunge von *Kassar* durch Erosion zu ihrer jetzigen Gestalt und Ausdehnung gelangt. Ich habe leider keine Gelegenheit gehabt, die Halbinsel *Schworbe*, an dem Südende von *Oesel* zu besuchen, bin aber geneigt zu glauben, dass ihre Entstehung eine ähnliche ist, wie die der Landzunge *Kassar* und des *Pungaharju*. Die Analogie zwischen den beiden letztern scheint mir gross genug, um sie zu erkennen.

Der Ijomäggi bei dem Gute Alt-Isenhof des Grafen Otto Stackelberg, an der Nordküste Estlands.

Der Ort liegt zwischen *Reval* und *Narva*, an der Stelle des Nordufers, die am weitesten nach Süd vorspringt, so dass die Entfernung zwischen ihm und dem Nordufer des Peipussee nur 26 Minuten, etwas über 50 Werst beträgt. Und es ist bemerkenswerth, dass gerade an dieser Uferstrecke Estlands der Untersilurische Glint, von *Poeddes*, im Westen, über *Alt-Isenhof*, *Sackhof*, *Ontika*, *Toila*, *Chudleijh* und *Peuthof*, ohne Unterbrechung, fast auf der ganzen Linie, bis dicht an das Meer vorspringt. Sein senkrechter Abfall wird an manchen Stellen, wie bei *Sackhof* und *Ontika*, am Fusse, von der Meeresbrandung unmittelbar getroffen, da an solchen Stellen kein schützender Ufersaum vorhanden ist. Bei *Isenhof* springt der Glint vorgebirgeartig bis ans Meer vor, hat aber am Fusse einen steilen, schmalen Ufersaum. Er fällt in zwei Terrassen ab. Fig. 19. Die obere besteht aus Vaginatenkalk und chloritischem Kalkstein, die untere aus Ungulitensandstein und blauem Silurthon, und ist von herabgestürzten Blöcken der Kalksteine und des Ungulitensandsteins bedeckt. Der schwarze Brandschiefer fehlt entweder oder ist durch Felsschutt maskirt.

Fig. 19.



Der Vaginatenkalk ist von einer, 14 Fuss mächtigen Ablagerung bedeckt, die vorwaltend aus Stumpfkantnern desselben Gesteins, aus etwas Sand und einer geringen Menge

von Geröllen krystallinischer Gesteine besteht. Man bemerkt jedoch auch scharfkantige Kalksteinblöcke. Dieser Stein-Ås, der hier, wie der Glint, steil abgebrochen ist, hat einen horizontalen, ziemlich breiten Scheitel und erstreckt sich, unter rechtem Winkel zum Meeresufer, nach SSO. etwa $1\frac{1}{2}$ Werst weit, bis zu dem, an dem Iseflusse befindlichen, alten, steinernen Hause Purts, und wird *Ijomäggi* genannt. Fig. 20 und 21.

Der Ijomäggi fällt nach O. und W. flach nach zwei Mulden ab, zwei alte Meeresbuchten, die jede von einem alten Glint begrenzt sind. Die Ise durchfliesst die westliche dieser Niederungen, nachdem sie bei dem Dorfe *Purts* ihr, tief in die Silurschichten eingeschnittenes Bette verlassen hat.

Fig. 20.

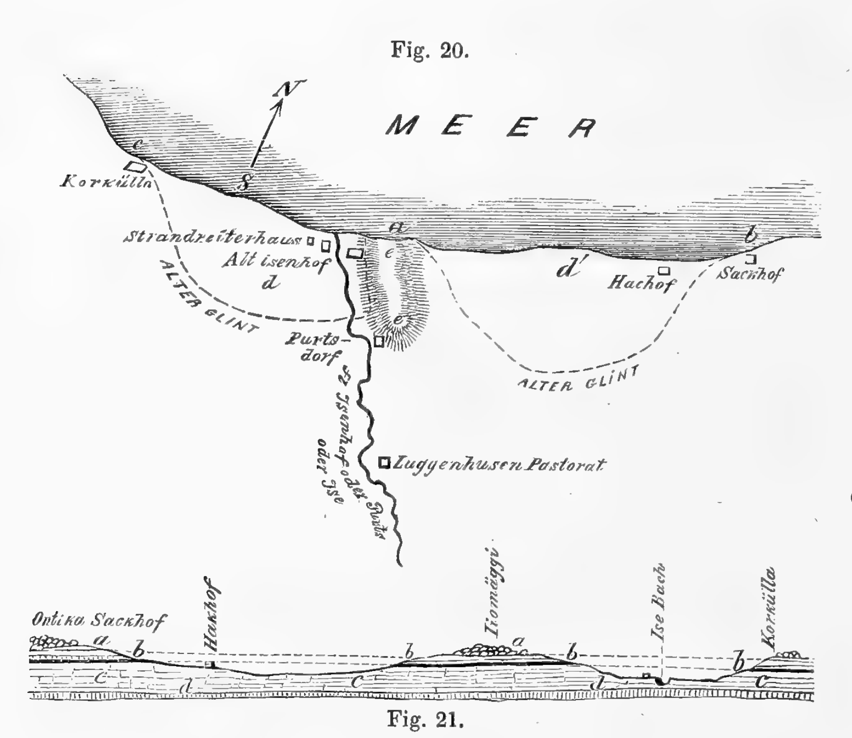
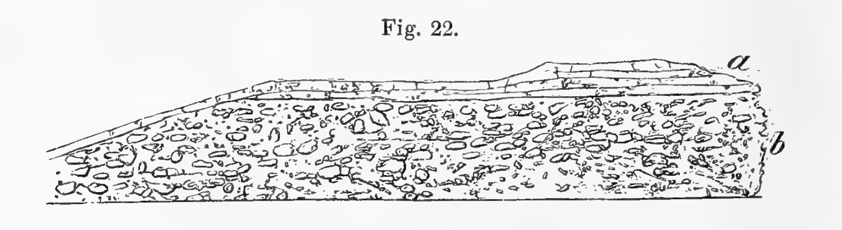


Fig. 21.

Da wo der Ijomäggi sich von dem Silurplateau abtrennt, wird er zum Kalkbrennen und zur Reparatur der Wege ausgebeutet. Auch in dieser Grube kann man sehn, dass die Kalksteinblöcke Stumpfkantner sind. Sie erreichen eine Länge von 2 Fuss; die kleinsten Bruchstücke haben Nussgrösse. Vorwaltend sind grössere Blöcke; ihre Gestalt ist meist tafelförmig und ihre langen Axen liegen oft horizontal. Nur selten bemerkt man in diesem Haufwerke auch Blöcke von Granit und Gneiss. Diese sind stets stärker abgerollt als die Kalksteintrümmer.

Alle diese Trümmer findet man in den beiden benachbarten Niederungen wieder, aber hier mit alluvialen Bildungen gemengt, mit Sand und etwas Thon und Ackererde. An der Mündung der Ise, bei der Kaserne der Strandwache konnte man den Durchschnitt Fig. 22 sehen.

Fig. 22.

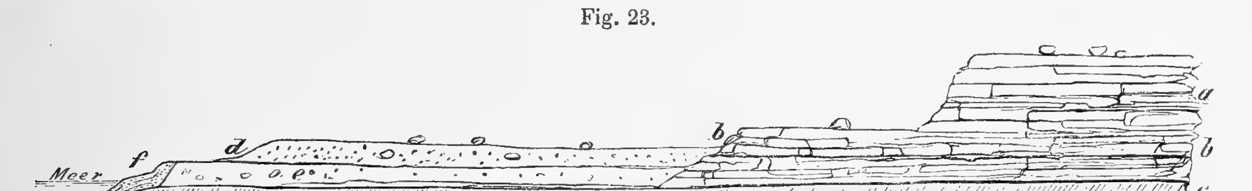


a Dünensand. *b* Sand mit grobem Gerölle von Kalkstein und wenigem Gerölle krystallinischer Gesteine.

Diess ist eine Strandbildung, zu der die, den Vaginatenkalk bedeckende Geröllschicht das Material geliefert hat, als die Denudation und Erosion des Glints, und die Bildung der beiden, jetzt bereits in Festland verwandelten Meeresbuchten vor sich ging.

Auf einer Fahrt von *Alt-Isenhof* nach *Korküll*a, die am obern Rande des alten Glints hinging, sahen wir, dass an mehreren Stellen, vom Fusse des Glints, die untern Schichten seines Complexes, Ungulitensandstein und blauer Thon, in niedrigen Terrassen seewärts vorspringen. Fig. 23.

Fig. 23.



Der Ungulitensandstein geht hier zwar nicht zu Tage, aber man findet in den Gräben der Wiesen Scharfkantner dieses Gesteins in thonigen Sandschichten, die den Beweis liefern, dass er in geringer Tiefe ansteht und dass seine obern Schichten zerstört sind.

Es lehrt aber der Glint bei *Ontika*, *Isenhof* und *Korkülla* nicht nur, dass er grossartige Erosionen erfahren hat, sondern auch dass man, zum mindesten hier, keine Veranlassung hat anzunehmen, die Silurschichten seien nordsüdlich gefältet, und damit die Erscheinung zu erklären, dass die Flüsse Nordestlands in den Mulden fliessen, und dass die Geröllhügel, diesen parallel, auf den vermeinten Sätteln der Fältelung liegen. Fig. 21[1]) zeigt, dass hier von Fältelung keine Spur vorhanden, und dass der Ås *Ijomäggi* weiter nichts, als der ausgesparte Rest derselben Glacialschicht ist, die östlich, südlich und westlich von ihm auf dem ganzen Plateau den Vaginatenkalk bedeckt. Die Analogie mit dem *Pungaharju* und der Landzunge von *Kassar* ist unverkennbar.

Man hat diesen Falten auch noch eine andere Bedeutung gegeben, indem man behauptete auf den Scheiteln oder Sätteln derselben seien die mit Gesteinstrümmern beladenen, von den Gletschern der Eisperiode abgelösten Eisfelder gestrandet, als diese Sättel sich einst noch unter Meeresbedeckung befanden, und so seien die *Grantrücken* (Åsar) Estlands entstanden, die bekanntlich einen, der Richtung der Falten entsprechenden Verlauf von SSO. nach NNW. haben.

So sinnreich und wahrscheinlich als diese Voraussetzungen auch erscheinen mögen, so halten sie einer nähern Prüfung durchaus nicht Stand.

Dass die Silurschichten Estlands hie und da leicht undulirt sind, kann man an den Glinten und Panken erkennen. Aber eine ausgesprochene, in jener Richtung verlaufende *Fältelung* ist weder durch Nivellements, noch durch Schichtenprofile nachgewiesen.

1) Siehe bei Fig. 20.

Ebensowenig ist es nachgewiesen, dass die Flüsse Estlands etwa in den synklinalen Thälern, zwischen zwei benachbarten antiklinalen Sattelfalten, oder, wie im Jura, in antiklinalen, durch das Aufbersten der Kämme entstandenen, Hochthälern fliessen.

Alle Flüsse Estlands, die ich näher untersuchen konnte, die *Narova*, die *Ise*, der *Jaggowalsche* und der *Kegelsche* Bach, sind Erosionsthäler in ganz ebenem Lande. Ihre Betten sind in den Kalksteinen des estländischen Plateaus vertieft, und wo sie den alten Glint erreichen, bilden sie Wasserfälle, (Narova, Jaggowalscher Bach, Fall) und schneiden tief in den Rand ein.

Fassen wir Alles in diesem Abschnitte Gesagte zusammen, und halten wir das Kärtchen Fig. 20 mit dem Küstenprofile Fig. 21 zusammen, so ergiebt sich daraus:

1. Dass wir es hier nicht etwa mit Fältelungen und Moränen oder Uferwällen, sondern mit *Denudations-* und *Erosionsphaenomenen* zu thun haben;
2. dass der *Ijomäggi* mit seinem ebenen, plateauartigen Scheitel, schwerlich zu den Moränen oder Uferwällen zu rechnen sein dürfte, sondern vielmehr der auf dem Kalksteinvorgebirge stehen gebliebene Rest einer Glacialschicht zu sein scheint, die östlich und westlich von ihm, auf dem Kalksteinplateau Estlands, an unzähligen Stellen wieder zu finden ist. Ich denke mir die Entstehung des *Ijomäggi* ähnlich wie die des *Pungaharju* und der Landzunge von *Kassar* auf der Insel *Dagö*.

Beobachtungen im nördlichen Estland bei Palms, Wesenberg, Waiwara, Sillamäggi, Baltischport, Leetz.

Das dem Baron Alexander Pahlen gehörige Erbgut *Palms* liegt etwa 9 Werst südlich von der, von N. nach S. gerichteten, Meeresbucht *Kasperwiek*[1]). Eine Halbinsel gleiches Namens, an deren Ostufer das Dorf *Kasperwiek* liegt, trennt diese Bucht von der ebenfalls nach N. gerichteten Bucht *Monke* oder *Munkewiek*, an welcher der, dem Baron Pahlen gehörige Badeort *Erro* liegt.

Das Gut *Palms* liegt auf einem Plateau, dessen Untergrund aus horizontalen, in der Nähe des Gutes in einem Steinbruche entblössten Schichten des Vaginatenkalks besteht, (Untersilurisch). Dieser, und andere Steinbrüche der Gegend haben die wohlerhaltenen Exemplare untersilurischer Petrefakten geliefert, die in einer in *Palms* von dem Herrn Besitzer und einigen Gliedern seiner Familie angelegten und wohlgepflegten Sammlung aufbewahrt werden. Die Exemplare sind gut bestimmt und sorgfältig etikettirt, so dass sie jedem Paläontologen ein ziemlich vollständiges Bild der Untersilurischen Fauna geben können.

---

1) Wir empfehlen zur Orientirung die von Hofrath Schmidt 1871 herausgegebene, vortreffliche Karte von Estland. Maasstab 5 Werst im englischen Zoll oder 1 : 210,000.

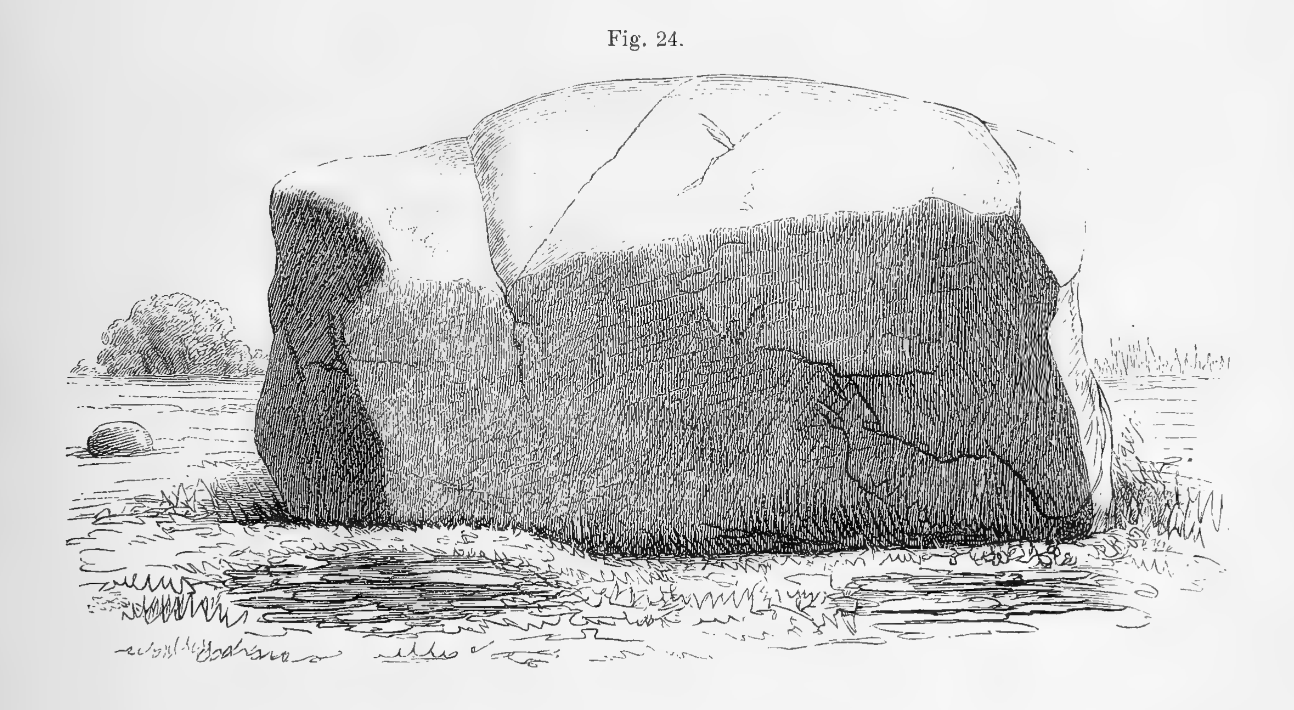
Wir wollen hier nicht unerwähnt lassen, dass in Estland das Interesse für geologische und paläontologische Forschungen auch bei andern Gutsbesitzern rege geworden ist.

Man findet instruktive Petrefaktensammlungen in *Kirna* bei Herrn von Rosenthal, in *Birkas* bei dem Baron Ungern-Sternberg. Die vollständigsten Sammlungen estländischer Petrefakten besitzt Graf Keyserling zu Raiküll, und das Revaler Provincial-Museum, wo der Geologe Estland's, Akademiker Schmidt mit der Bearbeitung derselben beschäftigt ist.

Es wäre sehr zu wünschen, dass die Gutsbesitzer Livlands und Curlands diesen Beispielen folgten, und auch zu der Vervollständigung der höchst lehrreichen und mit vieler Sorgfalt behandelten Sammlung beitrügen, die man dem Eifer des Professors Grewingk in Dorpat verdankt und die eine der Grundlagen zu dessen geologischer Beschreibung der Ostseeprovinzen Russlands bildet.

Bei dem obenerwähnten, $1^1/_2$ Werst SSW. von *Palms* befindlichen Steinbruche Paëkoppel, liegt unmittelbar auf dem Vaginatenkalke ein 18 Fuss hoher, 26 Fuss langer scharfkantiger Rappakiwiblock, *Wahhakiwi* genannt. Fig. 24.

Fig. 24.



An andern, etwas vertieften Stellen, liegt auf dem Fliese eine, bis 2 Fuss dicke Schicht von grauem, ungeschichtetem *Glacialthon* (Untermoräne), in welchem scharfkantige Platten von Vaginatenkalk, und Stumpfkantner und Gerölle von Granit und Gneiss eingeschlossen sind. Als wir an einer Stelle diese Schicht wegräumten, fanden wir unter ihr auf dem Vaginatenkalke eine Schliffläche.

Hier ist auch einer imposanten Gruppe von Rappakiwiblöcken zu erwähnen, welche in Palms zwischen den Riesenbäumen des schönen Parks liegen. Einige derselben sind 7 bis 10 Fuss hoch und erreichen eine Länge von 20 und mehr Fuss. Tafel IV, Fig. 1.

Wenn man sich von *Palms* nach den beiden Buchten begiebt, so steigt man bald, nach N., einen alten Glint hinab[1]), und überschreitet sodann zwei alte, parallele, aus Flugsand bestehende Stranddünen.

In der Nähe des Meeres besuchten wir unweit einer hier angelegten Ziegelhütte, die steilen Uferabhänge des aus dem *Wössosee* fliessenden Palmsbaches, an denen derselbe feingeschichtete, braungrau und hellgrau gestreifte Thon entblösst ist, den wir schon an vielen andern Orten, bei Wiborg, am Kyro, im Newadelta und im Olonezer Revier kennen gelernt haben, und den wir der Kürze wegen den *Newathon* nennen wollen[2]). Er enthält auch hier keine, oder nur geringe Gerölle.

Auch hier, wie an allen genannten Orten, liegt unmittelbar über ihm horizontalgeschichteter Sand und Grus, gemengt mit Geröllen krystallinischer Gesteine Finnlands.

Es ist also der Newathon hier am Fusse des alten Glints, nach der Bildung des Finnischen Meerbusens abgesetzt worden, wie das auch im Newathale der Fall ist. Damit aber soll nicht behauptet werden, er sei maritimen Ursprungs. Ueber seine Entstehung werde ich mich weiter unten aussprechen, und bin der Meinung, dass er, je nach den Umständen, aus süssen und aus Meereswassern kann abgesetzt sein.

Mit der Annäherung an die *Kasperwiek* traten immer mehr Wanderblöcke auf. Sie bilden ganze, auf Flugsand liegende Steinmeere und kleine Roller füllen an vielen Stellen den Boden des sumpfigen Hochwaldes.

Bei dem Dorfe *Kasperwiek* glaubt man sich nach dem gegenüberliegenden Finnland versetzt. Ein Heer grosser, scharfkantiger Granit- und Gneissblöcke, liegen in Gruppen und langen Reihen beieinander. Der Wald lichtet sich, und man betritt ein $\frac{1}{2}$ Werst nach N. vorspringendes Riff, und nördlich von ihm eine, seine Fortsetzung bildende Insel. Beide bestehn aus dicht aneinandergedrängten bis kopfgrossen Rollern der verschiedensten finnländischen Gesteine.

Diese Haufwerke, mit wenig Sand gemengt, steigen bis 10 und 12 Fuss über den Meeresspiegel an, und sind zum Theil schon bemoost, ein Beweis, dass die Brandung sie nicht mehr scheuert.

Am Strande selbst liegt ein Kranz grösserer, abgerundeter Blöcke und an einer Stelle eine schöne Gruppe von sehr grossen Rappakiwiblöcken, die möglicherweise früher einen einzigen, zusammenhängenden Riesenblock gebildet haben können, ähnlich der prachtvollen Gruppe bei *Kertel* auf der Insel Dagö, von der weiter unten die Rede sein wird.

---

1) Dieser alte Glint zieht sich am rechten Ufer des Palmsbaches nach NO. hin.

2) Es ist der Hvarfig leera der schwedischen Geologen.

Wir besuchten auch die *Monkewiek* und das an dessen östlichem Ufer liegende Dorf *Kassispäh*, wo am Strande auch ein grosses Blockfeld zu sehen ist, an dessen nördlichem Ende, der *Ssuur-kiwi*, ein Riesenblock aus rothem Granit mittlern Kornes, liegt. Fleischrother Orthoklas, grauer Quarz, schwarzer Glimmer. Taf. II, Fig. 22. Er ist 26 Fuss hoch, 38 Fuss lang und besteht aus zwei zusammengehörigen Stücken, ist vollkommen scharfkantig und liegt auf diluvialem Sande und ist nur unbedeutend in denselben eingesunken. Die grössere Hälfte hat, nach einer Angabe des Baron Pahlen, in der Grundfläche einen Umfang von 82 Fuss, die kleinere 54 Fuss.

Einen andern ebenfalls *Ssuur-kiwi* genannten Riesenblock besuchten wir bei dem Dorfe *Tammispäh* im *Tomarahwa-Koppel*, zwischen *Erro* und *Palms*. Er besteht ebenfalls aus rothem Granit mittlern Kornes und ist in Taf. III, Fig. 23 dargestellt, und sowohl durch seine Grösse als die Eleganz seiner Gestalt und die grosse Schärfe der Kanten ausgezeichnet. Die Höhe beträgt 28 Fuss, die Breite 18 Fuss.

Ein zweiter, neben ihm liegender, von ihm abgelöster Block ist 14 Fuss lang. Die Unterlage ist ein fester Sand, in den der Block 3 bis 4 Fuss tief eingesunken ist.

Hier sei auch des grossen Steinmeeres an der Nordspitze der, die *Papenwiek* von der *Monkewiek* trennenden Halbinsel erwähnt. Dieses Riff Fig. 25, beginnt bei dem Strandreiter-

Fig. 25.



hause (Cordon) *Perrispäh* und setzt, halbbogenförmig, in das Meer hinein. Es ist etwa eine Werst lang und besteht nur aus Stumpfkantnern und Rollern der verschiedensten krystallinischen Gesteine. Auf diesen aber liegen Scharfkantner von Granit und bedeutender Grösse, wie z. B. der mit *a* bezeichnete 14 Fuss hohe Granitblock, und an der äussersten Spitze noch mehrere.

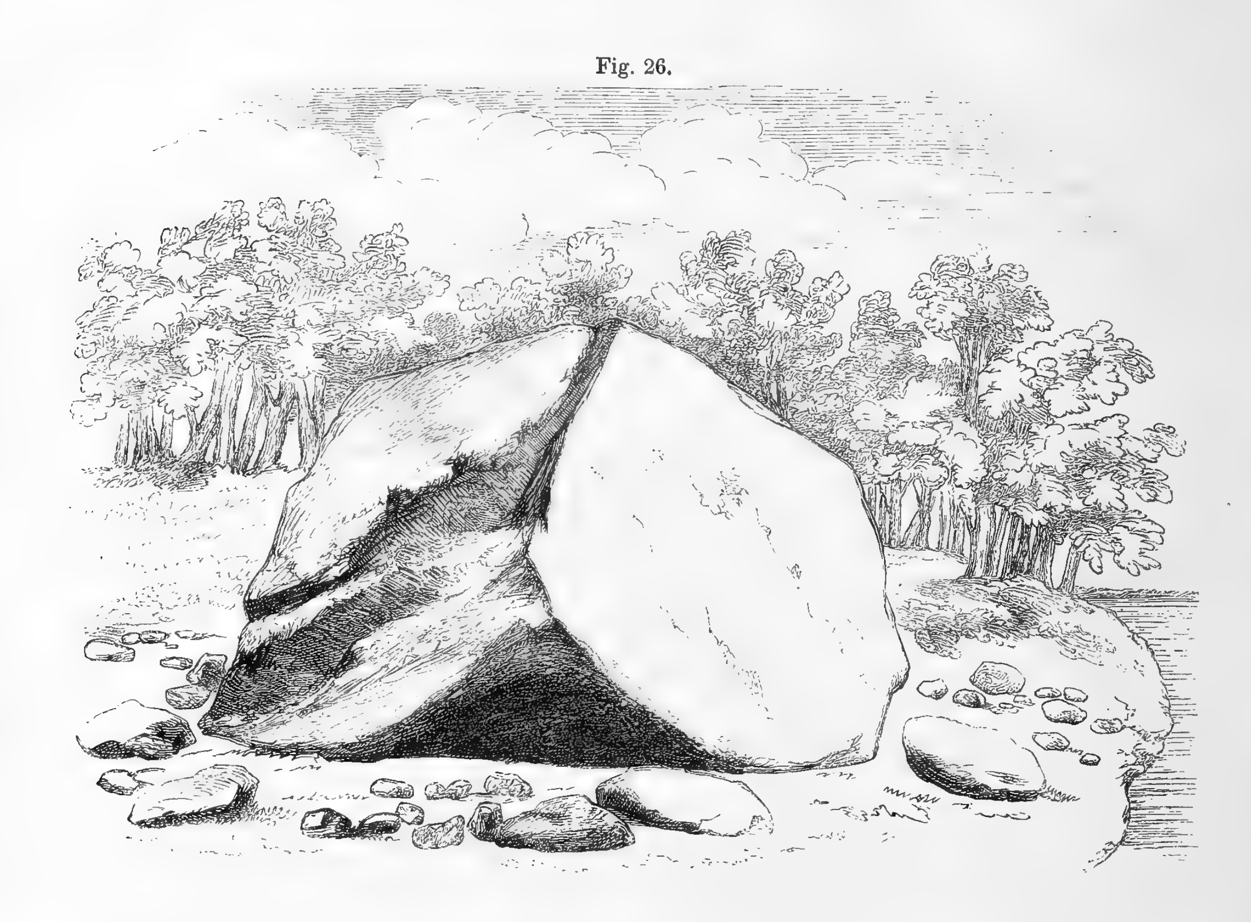
Ich will hier, des Zusammenhanges wegen, auch noch anderer grosser Wanderblöcke an der Nordküste Estlands erwähnen, die registrirt zu werden verdienen.

Bei dem Gesinde *Wainopäh*, NNW. von der Stadt *Wesenberg*, an der Mündung des *Karrolbaches* in das Meer, liegt ein, in zwei Theile zerfallener Granitblock, dessen Höhe, nach der mir von der Frau Professorin S. Gaberel geb. Baronin Rossillon mitgetheilten

Zeichnung, Tafel IV, Fig. 3 über 20 Fuss betragen muss. Diese Zeichnung wurde von der Geberin im Sommer 1871 entworfen.

Bei dem, dem Graf Otto Stackelberg gehörigen Gute *Alt-Isenhof*, an der Mündung des Purtsbaches, liegt, dicht am Wasser des Finnischen Meerbusens, eine Werst von dem Strandreiterhause nach Ost, der *Karlsstein* Fig. 26, ein Rappakiwiblock von 14 Fuss Höhe und cubischer Gestalt. Hundert Schritt S. von ihm erhebt sich der 150 Fuss hohe Glint.

Fig. 26.



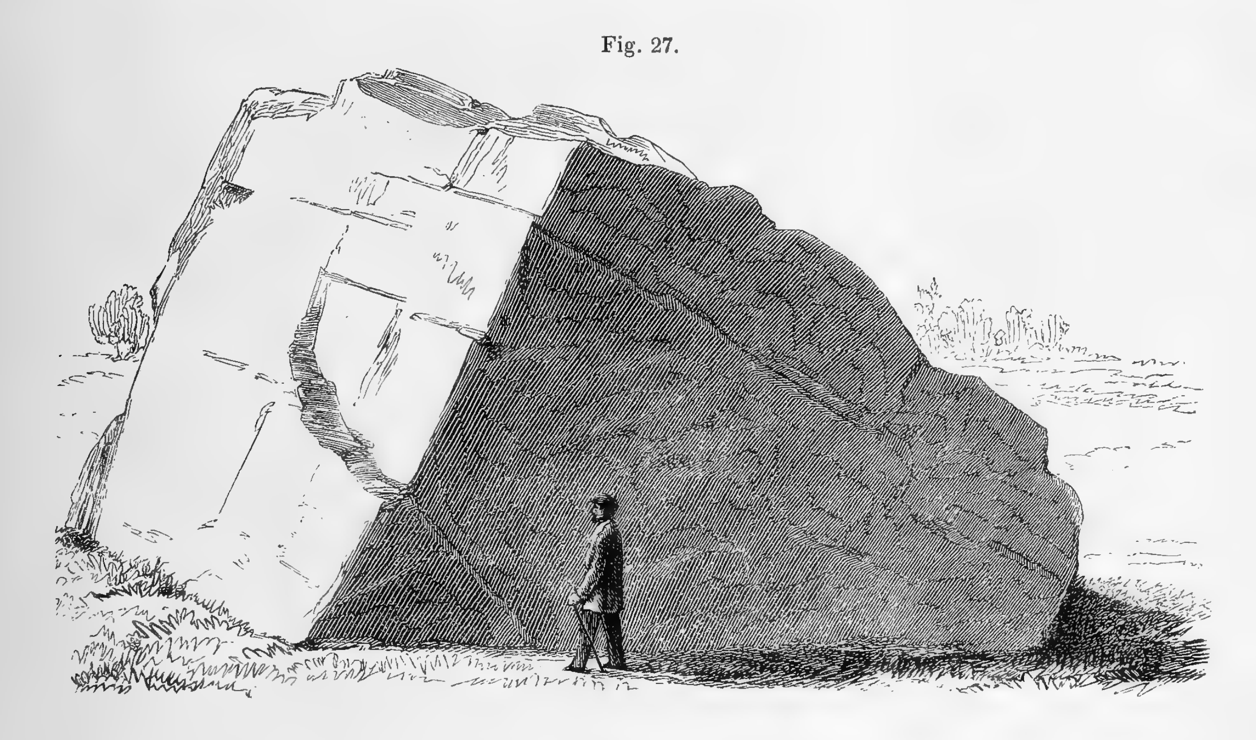
Baron Alexander Pahlen, der die geologische Kenntniss Estlands so wesentlich gefördert hat, indem er nicht nur selbst sich an der Erforschung betheiligte, sondern die Ritterschaft Estlands dazu veranlasste, den Akademiker Fr. Schmidt als officiellen Geologen für die Provinz zu gewinnen, hat die Güte gehabt, mir die folgende Notiz über einen grossen Wanderblock in der Umgegend des Gutes Palms mitzutheilen.

Nicht weit von *Kassispäh*, liegt in der *Monkewiek,* eine halbe Werst vom Ufer, im Meere, ein Block von 17,5 Fuss Höhe; von diesen befinden sich 6 Fuss unter dem Wasserspiegel und 11,5 über demselben. Die Länge des Blockes beträgt 32 Fuss, seine Breite 30 Fuss.

Im Jahre 1876 besuchte ich, von Palms aus, in der Gesellschaft des Baron Pahlen und des Akademikers Fr. Schmidt, die Ufer der *Papenwiek*, der *Monkewiek* und das Gebiet des Nachbargutes *Saggat*, auf welchem unweit des Dorfes *Lahhe*, auf einer sumpfigen mit jungem Walde bestandenen Wiese der, Taf. V, Fig. 26, abgebildete Rappakiwiblock liegt. Er hat eine cubische Gestalt, ist 32 Fuss lang, 20,5 Fuss breit und 19,5 Fuss hoch. Zwei Spalten durchsetzen ihn in die Quere; in einer derselben hatte sich eine junge Birke angesiedelt. Es ist vorauszusehn, dass dieser Block einst in drei Theile zerfallen werde. Kleine Birken, die sich in den Spalten angesiedelt, werden die Sprengung befördern.

Fig. 27 stellt einen Block von *Rappakiwi-Granit* dar, der an der von *Reval* nach *Pernau* führenden Poststrasse auf einem Felde in der Nähe des Gutes *Ruil* liegt. Ich zeichnete ihn am 13. September 1873. Er liegt auf ebenem Felde und ein Theil seiner untern Hälfte in einem Glaciallehm, und ist durch seine scharfen Kanten und seine rectanguläre Gestalt ausgezeichnet. Er ist 30 Fuss lang; an der aufgerichteten, (beleuchteten) Seite 21 Fuss 10 Zoll, an der entgegengesetzten 24 Fuss 8 Zoll breit und 18 Fuss hoch.

Fig. 27.



Einer der schönsten Blöcke Estlands, befindet sich 12 Werst westlich von Reval, am Fusse des Glints, bei dem Gesinde *Tilka* in der Nähe des Gutes *Tischer*. Die Abbildung desselben Taf. V rührt von Herrn von Pistolkors her; die Dimensionen sind durch die, an ihm stehende, menschliche Figur angedeutet. Auch dieser Wanderblock, der dicht am Meere, auf dessen Ufersaume liegt, soll aus Rappakiwi-Granit bestehn.

Der Strand bei *Tischer* und *Strandhof* ist sehr reich an Wanderblöcken grosser Di-

mensionen. Taf. III, Fig. 29 stellt zwei derselben dar, die von dem Landschaftsmaler Hagen abgebildet, aber nicht näher beschrieben worden sind. Sie liegen in einiger Entfernung vom Ufer, auf dem Boden des seichten Meeres, das ihre Basis bespült. Rechts sieht man, am Horizonte, den vertikalen Abfall des Glints.

Auch die nächste Umgegend von *Reval* weist Wanderblöcke auf, die verdienen registrirt zu werden. Ich verdanke die Nachrichten über dieselben dem Geheimrath Dr. C. von Seidlitz, der sich um die Hypsometrie Estlands und Livlands so verdient gemacht hat.

1. Ein Granitblock von 12 Fuss Höhe, bei der Villa des dänischen Consuls Mayer, neben dem Park von Catharinenthal; neben ihm ein Block von 4 Fuss Höhe, der sich von ihm abgetrennt hat.

2. Ein anderer Block daselbst von 7 Fuss Höhe; mit einem Umfange von 44 Fuss an seiner Basis.

3. Bei der Villa Borchardt, auf der Strietberg-Terrasse, an der nach Narva führenden Poststrasse, 60 bis 70 Fuss über dem Meeresspiegel, ein Granitblock von 9 Fuss Höhe, der in drei Theile zerfallen ist. Die aus- und einspringenden Unebenheiten der Bruchflächen passen genau aneinander. Die Trennung soll schon vor sehr langer Zeit geschehen sein.

4. Ein Block von 10 Fuss Höhe und einem Umfange an der Basis von 45 Fuss, im Park von Catharinenthal, am Ende einer Allée, welche von dem Salon Schweikart nach W. führt.

5. 50 Schritte von dem Blocke № 4, ein Granitblock von 8 Fuss Höhe und 46 Fuss Umfang.

6. An der Poststrasse von *Dorpat* nach *Werro*, liegt bei *Charlottenthal*, $9^1/_2$ Werst von der Poststation *Warbus*, ein Granitblock von 7 Fuss Höhe, 18 Fuss Länge und 16 Fuss Breite, bezeichnet mit der Marke *350*, die an ihm bei dem General-Nivellement von Livland angebracht wurde. Er liegt 236 Fuss über dem Spiegel der Ostsee.

Bei meinem Besuche der Insel *Oesel*, 1871, zeichnete ich den Granitblock Fig. 30, Taf. VI an der Nordküste der Insel, zwischen den Orten *Pank* und *Metzküll*. Er ist scharfkantig, liegt dicht am Meere auf Rollern von Granit und andern krystallinischen Gesteinen und besteht aus Rappakiwi. Der neben ihm liegende, kleinere Block gehört ihm an und hat, wie der grosse Block, eine sehr ebene Bruchfläche.

Die grossartigste Gruppe finnländischer Wanderblöcke, die ich in den Ostseeprovinzen gesehn habe, befindet sich an dem nordöstlichen Ufer der Insel Dagö, 2 Werst OSO. von dem Gute und der Tuchfabrik *Kertel* der Barone Ungern-Sternberg. Der Besitzer des Gutes Kertel, Baron Robert Ungern-Sternberg, ein kenntnissreicher geologischer Be-

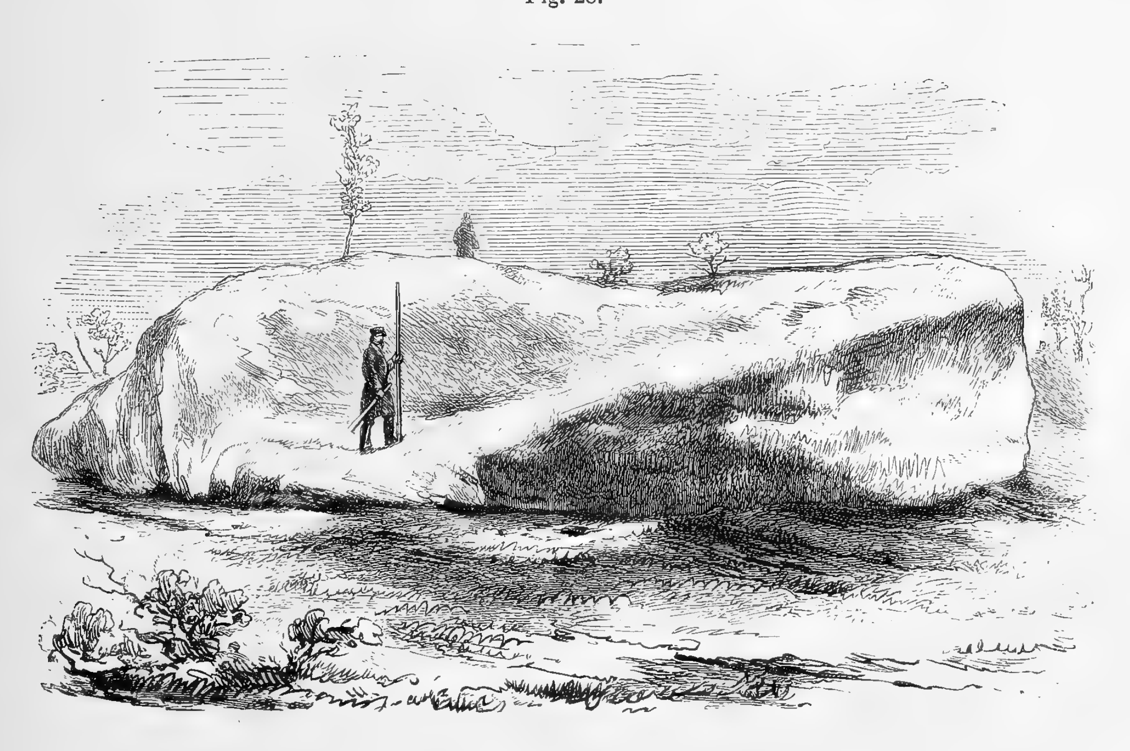
obachter, machte mich bereits 1871 auf diese Gruppe aufmerksam. 1879 besuchte ich sie zum zweiten Male und entwarf nach der Natur die Zeichnung Taf. VII, Fig. 31. In der Nähe des Strandes liegen, nahe bei einander, zwanzig grössere und viele kleinere Blöcke ein und desselben *Rappakiwi*-Granits, aus fleischrothem Orthoklas, schwarzem Glimmer, grauem Quarz und Oligoklas bestehend. Sie sind alle Scharfkantner und offenbar zusammengehörig, da die aus und einspringenden Unebenheiten an den Bruchflächen benachbarter Blöcke, einander entsprechen.

Der Block *a* ist 6 Fuss hoch und 9,75 Fuss breit. Der Block *b* ist 8 Fuss hoch, 14 Fuss 2 Zoll breit, und 16 Fuss 3 Zoll lang. Mehrere der Blöcke sind von vertikalen und horizontalen Klüften durchsetzt, wie z. B. die Blöcke *b* und *c*, und damit zu weiterem Zerfallen vorbereitet.

Denkt man sich diese Blöcke eine zusammenhängende Masse bildend, als welche sie wahrscheinlich aus Finnland herübergetragen wurden, so würde diese eine Länge von mindestens 45 bis 50 Fuss gehabt haben.

In geringer Entfernung von dieser Hauptgruppe liegen noch viele, immer scharfkantige Rappakiwiblöcke, kleinerer Dimensionen. Baron Ungern zählte 55 derselben, die mehr als 3 Fuss im Durchmesser haben, und ist ebenfalls der Meinung, dass die der Hauptgruppe angehörenden Steine, einst einen grossen zusammenhängenden Block gebildet haben, der allmählich zerfiel.

Fig. 28.



Sämmtliche Blöcke sind fast gar nicht in den Boden eingesunken, der hier aus kleinen, ebenfalls scharfkantigen Bruchstücken von Kalkstein, Granit und Gneiss besteht; unter ihnen herrschen die Bruchstücke von Kalkstein vor.

Den grössten Wanderblock Dagö's hat Baron Ungern photographisch darstellen lassen und mir die Abbildung gefälligst mit der beifolgenden Notiz mitgetheilt. Fig. 28:

Erratischer Granitblock bei dem Dorfe *Kükka*, auf der Ostseite der Insel *Dagö*.

Die Form des Steins ist ein unregelmässiges Quadrat, dessen Umfang 120 Fuss beträgt. Die auf der Abbildung sichtbare Seite ist 39 Fuss lang. Die Breite beträgt circa 30 Fuss und die Höhe, dort wo der Mann den Stein besteigt 11 Fuss.

Als ich die Insel Dagö, 1871, zum ersten Male besuchte, machte mich Herr Akademiker Schmidt auf einen sonderbar gestalteten, erratischen Granitblock aufmerksam, den er am Meeresstrande bei dem Dorfe *Ristna*, am Westufer von Dagö, bei dem *Cap Dagerort*, gesehn hatte. Der Block ist Fig. 33, Taf. VI dargestellt. Es ist die Hälfte eines Riesenkessels, dessen andere Hälfte vielleicht noch in Finnlands Granitgebit der nächstfolgenden Eiszeit harret, um ebenfalls in eine neue, südlichere Heimath getragen zu werden. Bei Sturmfluthen erreichen die Wellen den Block von *Ristna*, und werfen Sand auf ihn. In Folge der Scheuerung, die er dabei erfährt, sind auch seine Flächen geglättet. Da dieser Block wohl unbezweifelt von Gletschereis hierher transportirt wurde, so kann man daraus schliessen, dass in Finnland sich Riesenkessel schon vor der Eiszeit oder, während derselben, gebildet haben werden.

Von der Beschaffenheit der Diluvien und Alluvien der Insel Dagö wird weiter unten die Rede sein.

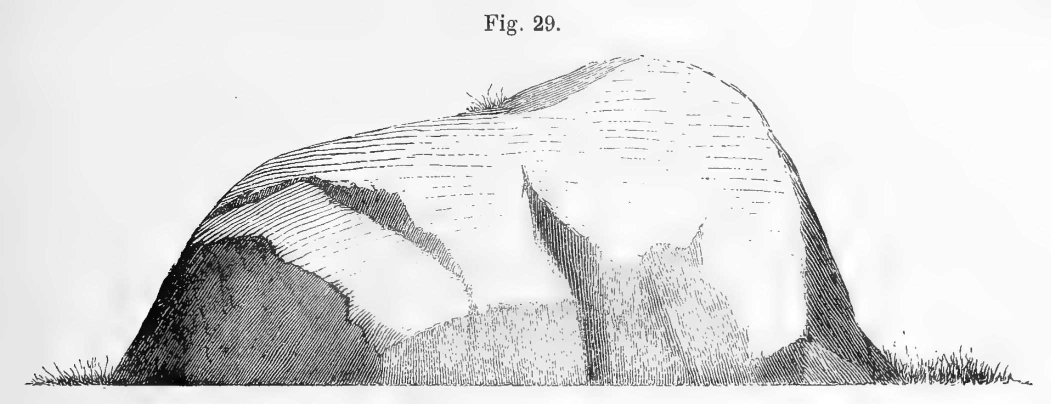
Taf. VI. Fig. 27 stellt einen Block von Rappakiwi dar, der bei dem Dorfe *Petrowizky*, unweit des Gutes *Kaporje* des Herrn von Synowjew, im Jamburger Kreise des St. Petersburger Gouvernements, auf der Höhe des Silurischen Glints, circa 200 Fuss über dem Meeresspiegel liegt. Er ist 20 Fuss hoch, 12 Schritte lang und 6 Schritte breit. (Etwa 27 Fuss lang und 14 bis 15 Fuss breit). Die Zeichnung ist von dem Candidat der St. Petersburger Universität, Kolenko, nach der Natur, gemacht, und ward mir vom Akademiker Schmidt gefälligst mitgetheilt.

Von dem Bergingenieur, Professor Lahusen erhielt ich eine Mittheilung über zwei Granitblöcke, die er im Gouvernement Nowgorod beobachtet und gemessen hat.

1. Fig. 29. Ein 18 Fuss hoher, 32 Fuss langer und eben so breiter Block eines

porphyrartigen Granits mit grossen, blassrothen Krystallen von Orthoklas, fast durchsichtigem Quarz und schwarzem Glimmer. Auf der 7. Werst von *Semönowtschina* nach der Stadt *Demiansk*, etwa 30 Schritte links vom Wege.

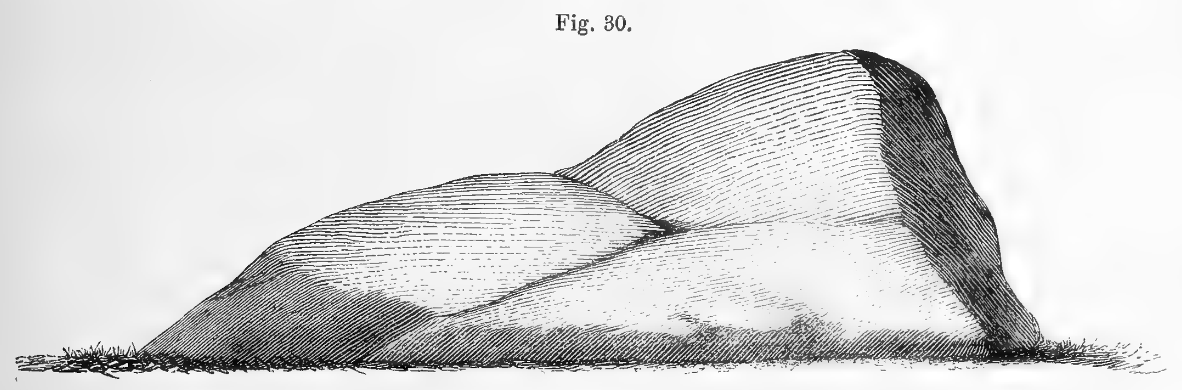
Fig. 29.



Block bei Semönowtschina.

2. 4,5 Werst von dem Dorfe *Mschaga*, links vom Wege, der nach *Swinord* führt, Fig. 30. Granit, 6 Fuss hoch, 15 Fuss lang, 12 Fuss breit.

Fig. 30.



Block bei Mschaga.

Ueber grosse Wanderblöcke in Estland, hat der auch durch seine ethnographischen Arbeiten bekannte Historiograph der Estländischen Ritterschaft, Herr Russwurm in Reval, mir gefälligst Mittheilungen gemacht, die ich hier wiedergebe. Die Dimensionen und die mineralogische Beschaffenheit dieser Steine, sind zwar nur an wenigen von ihnen gegeben worden, da aber die Fundorte genau bezeichnet sind, so haben diese Mittheilungen schon dadurch einen Werth, und da in Liv- und Estland die Aufforderung an alle Grundbesitzer, die durch ihre Grösse hervorragenden Wanderblöcke nicht für technische Zwecke zu zerstören und zu verstümmeln, ergangen und freundlich aufgenommen worden ist, so darf man hoffen, dass auch die hier angeführten für die Wissenschaft werden erhalten bleiben.

Erratische Blöcke.

(Eibofolke § 28. Von Herrn Russwurm in Reval).

Einer der grössten Granitblöcke, (rother Granit, sogen. rabba kiwwi aus Ostfinnland) bei *Hapsal*, ist der *Suur kiwwi* auf *Wennosaar*, der den naheliegenden Gütern als Gränzvisirpunkt, den Schiffern als Merkmal dient. Er besteht aus 2 Steinen, die ganz genau mit ihren oberen Flächen auf einander passen, so dass er durch die Gewalt des Aufstossens gebrochen sein muss. Mehrere kleine Trümmer liegen umher.

Der grösste Stein, der mit der abgerundeten Seite nach unten liegt und etwas in die Erde eingesunken ist, hält 18 Fuss 4 Zoll senkr. Höhe von der Erde, 29 Fuss 2 Zoll Länge, 21 Fuss 5 Zoll Breite oben, 23 Fuss 5 Zoll Breite unten, 3 Fuss 6 Zoll geringste Höhe, 11 Fuss 7 Zoll Höhe der Nebenecke, wovon aber 5 Fuss 11 Zoll abgehen.

Der kleinere Stein ist 8 Fuss hoch, hat 27 Fuss 8 Zoll aufsteigende Länge, 23 Fuss 9 Zoll horizontale Länge, 23 Fuss 6 Zoll niedrigste Breite, 22 Fuss 1 Zoll höchste Breite, 3 Fuss 2 Zoll niedrigste Höhe.

Nimmt man die mittlere Höhe (25—25—15—10) zu 19 Fuss, die Länge zu 26 Fuss 9 Zoll, die Breite zu 22,6 an, und lässt die Brüche gegen die fehlende Ecke weg, so hätte der Stein 10,868 Cubikfuss enthalten, was, den Cubikfuss zu 150 ℔ berechnet, 16,300 Centner ausmacht.

Diesen Stein soll Kalewipoeg nach der hapsalschen Kirche geschleudert, dieselbe aber verfehlt haben.

Gemessen den 21. August 1851 mit Baer und Rudolf Ungern-Birkas.

Unter *Saasthama* liegt am Strande ein grosser Stein, der vor c. 100 Jahren in der Neujahrsnacht an's Ufer geführt wurde, daher er noch *Neäri-kiwwi* heisst. Er ist so gross wie eine kleine Badstube.

Bei *Saulep* liegen 2 Steine; einer bei *Kangro*, der andere bei *Säre*, ½ Werst von einander. Beide haben eine glatt abgehauene Seite und sollen zusammengehören, aber durch einen Blitz von einander getrennt sein.

Auf Worms, zwischen *Hjölpa* und *Upholm* wurde im April 1863 ein 8 Fuss hoher Stein durch Eis an's Land gesetzt.

Zwischen *Worms* und *Nuckö* ändern fast jährlich die Steine ihre Stellung.

Insel Worms.

1. Bei *Borby* liegt ein grosser würfelförmiger Stein, den man *Smäen*, die Schmiede, nannte. Seine Wände sind senkrecht und so glatt, dass man nur mit Hülfe einiger in der Nähe wachsender junger Bäume hinauf kommen kann. Die obere Fläche ist eben, und auf

dieselbe retteten sich, als Worms von den Tataren verwüstet wurde (1575?) einige Bauern, die den Angriff der Feinde, die sie mit den Bolzen ihrer Armbrüste zu tödten und mit Haken herunter zu ziehen suchten, durch Steinwürfe und siedendes Wasser abzuwehren suchten. Eibof, § 124. 398, 3.

2. Bei *Djuka* in der Nähe von *Norby*, liegt ein ungeheurer, senkrecht aufsteigender Stein, der aber oben eine hohe Spitze hat, die ihn einer Kirche ähnlich macht, weshalb er auch *Kirkestain* genannt wird. Er liegt tief im Wasser der Meeresbucht, ragt aber noch über einen Faden aus der Meeresfläche hervor und in ihm ist eine Höhle, in die man mit einem Boote fahren kann. Auf der Spitze, die noch eine kleine horizontale Fläche bietet, hat ein Adler, als an einem gesicherten Orte, sein Nest erbaut, weshalb man den Stein auch eernstain nennt. Das Nest hat sich jährlich vergrössert und enthält über ein Fuder Strauchwerk. Eibof. § 132.

Röthel.

3. Nicht weit von der Kirche zu *Röthel* liegt am Wege, 8 Werst von Hapsal, ein grosser Stein, den man den *Teufelsstein* (Kurri kiwi) nennt, weil die Vertiefungen auf seiner oberen Fläche den Krallen des Teufels, der mit dem Steine die Kirche zerschmettern wollte, zugeschrieben werden.

Er ist viereckig, fast kubisch, etwa 8 Fuss hoch. (Russwurm. Sagen aus der Wiek. 65).

Andere Steinriesen liegen in der Nähe, und der ganze Bergrücken ist von Steinen wie besäet. (Vgl. Eibof. 84. E. Pabst Beitr. 153).

4. Der in zwei grosse Stücke von etwa 16 Fuss Länge und viele kleine zerbrochene Stein auf *Odinsholm*, soll in historischer Zeit um 1750 angeschwemmt sein. S. Eibof. § 28, S. 19.

Professor Dragendorff in Dorpat an G. v. Helmersen.

Aus dem Nachlasse des in Pussen verstorbenen Herrn Pastor Kawall wurden der Naturforscher-Gesellschaft einige Notizen über von ihm beobachtete erratische Blöcke überlassen. Ich habe die Ehre dieselben Ihnen zur gefälligen Verwerthung zuzustellen und zeichne

In grösster Hochachtung

Ihr ergebener

G. Dragendorff,

d. z. Secretair der Naturf.-Ges.

Herr von Koskull an Pastor Kawall in Pussen (Curland).

Ihr mir sehr werthes Schreiben erhielt ich gestern und komme so eben von dem grossen Steine, den ich ganz genau gemessen habe. Derselbe befindet sich von dem Hofe *Tergeln* in südöstlicher Richtung, ungefähr 11 Werst entfernt, im Walde, Beritt № 4 der Buschwächterei Mureneek. Derselbe hat eine ovale Gestalt. Das eine Ende ist, von der Erde, 10 Fuss hoch, das andere blos $7^1/_2$ Fuss. Die Breite des stumpfen Endes 14 Fuss, des spitzen über 8 Fuss. Die Länge von Ende zu Ende 21 Fuss. Der Umfang 49 Fuss. — Zwei abgeschlagene Stücke folgen hiebei. — Mir scheint derselbe zum grobkörnigen Granit zu gehören; ich habe in ihm blass-fleischrothen Feldspath, grauen Quarz und schwarzen Glimmer gefunden.

Tergeln, den 6. August 1880.

Bei dem Pussenschen Wetzum-Buschwächter ist ein Stein im Walde, 23 Fuss lang, 15 Fuss breit, 9 Fuss hoch und 57 Fuss im Umfang.

Auf der Pusseneekenschen-Dondangenschen Grenze ist ein Stein belegen, dessen Umfang 66 Fuss beträgt; Länge inclusive des abgesprungenen Stückes, welches 4 Fuss Länge hat, 22 Fuss, Breite 12 Fuss und Höhe 11 Fuss. Er hat auch einen Längen- und Querriss, eine circa 3 Zoll breite Spalte bildend.

Erratische Blöcke im Poopen-Anzenschen Territorio, welche über 9 Fuss Länge haben. (Curland).

1 Stein auf dem Heuschlage des Preesche-Gesindes, westlich vom Gesinde gelegen, 12 Fuss lang, 8 Fuss breit, 5 Fuss hoch.

1 Stein in dem Felde des Pauke-Gesindes, in der Grenzwalke mit dem Uppat-Gesindsfelde, 13 Fuss lang, 10 Fuss breit, 11 Fuss hoch.

1 Stein unweit des Neusass Sahmel Gruschkewitz in Pauke, Gesindsgrenze, 15 Fuss lang, 10 Fuss breit, 5 Fuss hoch.

1 Stein unweit Zeelau-Gesindes am Smehdeswalk-Heuschlagsrande, 14 Fuss lang, 9 Fuss breit, 4 Fuss hoch.

1 Stein in Melâs preedês zwischen Zeelau- und Dubben-Gesinde, 13 Fuss lang, 9 Fuss breit, 4 Fuss hoch.

1 Stein von Mahlumesch nach Süden zu gelegen unweit des Zeege-Gesindes, 30 Fuss Umfang, 9 Fuss Länge, 8 Fuss Breite, 3 Fuss Höhe.

2 Steine in unmittelbarer Nähe des Alksen Buschwächter-Gesindes à 9 Fuss lang, 4 Fuss hoch, 4 Fuss breit.

2 Steine daselbst bei Alksen à 9 Fuss lang, 6 Fuss breit, 5 Fuss hoch.

1 Stein » » » 10 » » 5 » » 5 » »

1 » » » » 12 » » 6 » » 6 » »

1 Stein unweit Freinewad-Gesindes, 9 Fuss lang, 8 Fuss breit, 6 Fuss hoch.

1 Stein in der Koppel des Magistab-Gesindes, aus welchem früher 2 Mühlensteine ausgespalten sind, liegt noch in 2 Hälften, wovon die grössere 11 Fuss lang, 8 Fuss breit, 4 Fuss hoch ist.

1 Stein in derselben Koppel 10 Fuss lang, 8 Fuss breit, 2 Fuss hoch.

1 Stein daselbst 10 Fuss lang, 9 Fuss breit, 5 Fuss hoch.

Das Maass ist Rheinländisch, die Höhe ist nur über der Erde gemessen.

Anzen Forstei, am 9. October 1880. Förster F. Will.

Mittheilung über einen erratischen Block von Mag. Klinge.

Dorpat, den 18. October 1879. (Naturforscher-Gesellschaft).

Sie werden, meine Herren, aus einer im Frühlinge dieses Jahres stattgehabten Sitzung noch lebhaft sich der warmen Empfehlung erratischer Blöcke von Herrn Gen.-Lieutn., Ak. v. Helmersen entsinnen, dieselben nach Möglichkeit zu schonen, vor Zerstörung zu schützen, oder dieselben wenigstens durch Zeichnung und Beschreibung der Nachwelt zu überliefern. Bereits 1874 berichtete Herr Prof. Grewingck von dem wahrscheinlich grössten Blocke der Ostseeprovinzen, der nicht weit von Dorpat auf dem Gute *Warrol* liegt. Der von mir besuchte Block kann dem von Herrn Prof. Grewingck beschriebenen würdig zur Seite gestellt werden. Er liegt im St. Catherinschen Kirchspiele in Estland, etwa 4 Werst von der Kirche und etwa 1 Werst von dem zum Gute *Undell* gehörigen Dorfe *Sotaga* entfernt, an dem NW.-Abhange eines von S. nach N. streichenden Hügelrückens. Fig. 37, Taf. II.

Der Zufall nur führte mich hin und daher entbehren die angestellten Messungen des Steins durchaus mathematischer Genauigkeit, weil dieselben mit einem bei unsern Handwerkern gebräuchlichen Arschinstabe ausgeführt wurden. Das Resultat der Messungen ergab etwa Folgendes: der Umfang dieses Blockes, etwa in der Brusthöhe gemessen, betrug $34\frac{1}{2}$—35 Ar., von denen auf die N.-Seite 14 Ar., SW.-Seite $6\frac{1}{2}$—7 Ar., und auf die in einen Bogen sich verlaufenden beiden anderen Seiten gleichfalls 14 Ar. kommen. Die Höhe betrug 8 Ar. In russ. oder engl. Fussen berechnet (1 Ar. $= 2\frac{1}{3}$ Fuss) wären der Umfang $= 81\frac{2}{3}$ Fuss, die N.-Seite $= 32\frac{2}{3}$ Fuss, die SW.-Seite $= 15\frac{1}{3}$ Fuss, die S. und O.-Seite $= 32\frac{2}{3}$ Euss, die Höhe $= 18\frac{2}{3}$ Fuss. Mehr nach Schätzung als nach Messung ergaben die Länge des Blockes 12 Ar. $=$ 28 Fuss und die Breite 8 Ar. $= 18\frac{2}{3}$ Fuss. Das höchst pri-

mitive Verfahren der Höhenbestimmung darf nicht unerwähnt bleiben. Aus einer gewissen Entfernung, ungefähr 10 Schritten, wurde die Hälfte der Höhe annähernd zu bestimmen versucht, indem man mit der Bleifeder abvisirte und den Punkt auf dem Steine fixirte. Die halbe mit dem Arschinstabe gemessene Höhe ergab 4 Ar., somit die ganze Höhe 8 Ar. = $18\frac{2}{3}$ Fuss. Diese Zahlen sind eher zu niedrig als zu hoch gegriffen.

Des Vergleichs wegen stelle ich die Dimensionsverhältnisse des Warrolschen und Sotagaschen Wanderblockes zusammen:

	Block in Warrol.	Block in Sotaga.
Umfang	95 Fuss	35 Ar. = $81\frac{2}{3}$ Fuss (in Brusthöhe gemessen.)
Grösste Höhe	14 »	8 » = $18\frac{2}{3}$ »
Länge	45 »	12 » = 28 » (?).

Solange genaue Messungen an dem Blocke nicht vorgenommen sind, zu welchem Zwecke ich bereits Schritte gethan habe, kann von einem entscheidenden Vergleiche mit den schon bekannten Riesen nicht die Rede sein. Die volumetrischen Bestimmungen stossen hier auf ungleich grössere Schwierigkeiten, als bei dem Warrol'schen Blocke, weil hier die Ausdehnungs- und Gestaltungsverhältnisse nicht diese Symmetrie aufzuweisen vermögen. Ausserdem das Cubikgewicht auch nur annähernd zu berechnen, wäre in Anbetracht der unzulänglichen Messungen, der eigenthümlichen Gestalt des Blockes und der Unkenntniss des noch im Erdboden steckenden Theils zu den augenblicklichen Unmöglichkeiten zu rechnen. Seine Hauptlängenerstreckung beträgt, wie schon erwähnt, nur abgeschätzt 28 Fuss in NON. — SWS.-Richtung und sein grösster Querdurchmesser 18 — 19 Fuss. Er erhebt sich an allen Stellen senkrecht etwa bis Mannshöhe, um dann die Wände zur Spitze hin zu einander zu neigen, wodurch er von der NW.- und S.-Seite betrachtet eine dreieckige, von der NO.-Seite eine dachförmige Gestalt erhält. Von ONO. gesehen zeigte der Block eine Kugelgestalt mit einer nach SO. steil abfallenden Wand und von SW. gesehen ähnelte er einem ungeheuren Walrosse. Unbeschadet der sich nach oben verjüngenden Wände findet sich oben eine bedeutende Flächenausdehnung, auf welcher gewiss viele Personen Platz finden müssen. Diese Vielgestaltigkeit des Blockes veranlasste mich auch denselben von 5 verschiedenen Seiten abzubilden. Die senkrechte unterste Zone rings um den Block verdankt seine Entstehung der Absplitterung der ursprünglich geneigten Wände, zu welcher Annahme ringsum aufgehäufte grössere und kleinere Trümmer den Beweis liefern. Das Hinaufklettern war mir dadurch unmöglich gemacht. An der SO.-Seite erhebt sich der Block vom Fusspunkt bis zu der hier befindlichen grössten Höhe in einer vollkommen senkrechten Wand, die sogar mehr zur Spitze hin über die Basis hinausragt, die bedeutendste Verwitterungsfläche des Blockes. An der SO.-Seite, gegenüber der senkrechten Wand liegt in 2 Fuss Entfernung und tief mit dem grössten Theil im Boden vergraben ein Bruchstück des Blockes, dessen Länge 7 Ar. = $16\frac{1}{3}$ Fuss beträgt. Dass dieser nebenanliegende Stein, trotz der vielen anderen umherliegenden erratischen Blöcke, nur ein Bruchstück desselben

ist, kann man sofort an dem Correspondiren der Bruchflächen erkennen, ausserdem verräth die Tafelgestalt schon und die gleiche Beschaffenheit in der Zusammensetzung des Granits die Zugehörigkeit zu dem Blocke. Zwischen dem Bruchstücke und dem Blocke findet sich eine mässige Vertiefung, gefüllt mit kleineren Stücken und Splittern, die alle vom Blocke herrühren. Ob das Bruchstück durch den Blitz oder durch natürliche Sprengung abgetrennt ist, konnte weder ermittelt noch entschieden werden, aber dass die Ablösung des Bruchstücks vor nicht gar langer Zeit erfolgt ist, beweisen die noch frisch erscheinenden Bruchflächen und das Fehlen von Flechten. Mit Ausnahme der ringsum der Basis laufenden Absplitterungsflächen und der nach SO. gehenden senkrechten Wand, ist der Block übersäet mit Krustenflechten, wenigen Moosarten und einigen Strauchflechten. Das Material des Blockes, wovon ein Probestück hier vorliegt, ist Granit aus der Gegend von Wyborg stammend, als sogenannter Rappakiwwi hier zu Lande bekannt. Von Seiten des Technikers und des practischen Landwirthes liegen keine Befürchtungen vor, dass dieses Denkmal aus der Eiszeit einer baldigen Vernichtung geweiht werde, wohl aber zeigen Spalten, tafel- und scheibenförmige Stücke, die besonders an der ganzen SO.-Wand in noch losem Zusammenhange mit dem Blocke stehen, und eine Menge von Trümmern und Bruchstücken, dass hier die Kälte im Verein mit dem Wasser eine nie ruhende zerstörende Thätigkeit ausüben und ihn allmählich in einen Trümmerhaufen verwandeln werden.

Die Hügelkette, auf deren NW.-Abhange dieser Wanderblock liegt, läuft nach N. mit nur kleinen Ausläufern nach NO. und scheint, so weit man von dem höchsten Punkte wahrnehmen kann, weiter am Horizonte mehr eine westliche Richtung anzunehmen. So viel man an blossgelegten Stellen und schroffen Abfällen beobachten konnte, ist der geologische Bestand dieses Hügels: Geröll, Grant mit zahlreich eingestreuten grösseren und kleineren erratischen Blöcken und Kalksteinstücken, welche nur eine dünne Schicht Humus überdeckt. Nach W. und O. fällt die Kette ziemlich steil in Wiesen ab, die auf der SO.-Seite von dem Catherinschen Bache und auf der anderen Seite gleichfalls von einem kleinen Bache, einem Zuflusse des obengenannten, durchströmt werden. Bestanden ist dieser Geröllrücken, soweit man eben wahrnehmen konnte, mit einer reichen Grasnarbe, aus welcher sich in reicher Fülle Melampyrum nemorosum L. und pratense L., Centaurea Jacea L. und Scabiosa L., Galium verum L., Fragraria vesca L., Campanula glomerata L. und patula L., Anthyllis Vulneraria L., Agrimonia Eupatorium L., Erigeron acer L., Helianthemum vulgare DC., Trifolium montanum L., Anthemis tinctoria L. und Chrysanthemum Leucanthemum L. hervorheben; als seltenere Pflanzen wären namhaft zu machen: Gymnadenia conopsea R.Br., Carlina vulgaris L., Camelina sativa Crantz., und Senecio Jacobaea L. Diese reichblüthige Vegetation wurde nur wenig überragt durch zerstreut stehendes niedriges Ellerngebüsch mit eingestreuten Wachholdersträuchern. Des Baumwuchses entbehrte die Hügelkette vollständig und nur an Wiesen und Feldrändern erhob sich grösseres Gebüsch mit vereinzelten Bäumen. Zum grössten Theile ist der Hügelrücken bebaut und wir waren oft gezwungen, wogende Kornfelder zu durchschreiten, um zu unserem Ziele hinzukommen.

Der Hügelabhang ist an der Stelle des Lagerplatzes unseres Blockes nicht sehr steil; der Hügel erhebt sich hier nur allmählich aus den angrenzenden Wiesen, auch ist die Vegetation um den Lagerplatz nicht so reich. Der Block liegt mehr zum Fusspunkte des Hügels hin und sieht mit seiner höchsten Spitze, dem überhängenden Theile der vielfach erwähnten SO.-Wand zum Hügel hinan, während seine niedrigste Erhebung dem Fusspunkte des Hügels am nächsten liegt. Es ist augenscheinlich, dass sowohl der Block, als der Grus und das Gerölle, die Bestandtheile des Hügels, wohl zu gleicher Zeit hingetragen sind. Wie tief mag noch dieser gewaltige Block im Boden des Hügels stecken?

So weit meine Erkundigungen reichten, scheint er weder einen Namen zu haben, noch scheinen Sagen und Erzählungen seine Grösse zu verherrlichen, obgleich um weit kleinere Steine desselben Kirchspiels Sagen im Volksmunde leben.

Zum Schluss möchte ich hier von bedeutenden Blöcken ein Verzeichniss anhängen, das auf Vollständigkeit durchaus keine Ansprüche erhebt, sondern lediglich den Zweck verfolgt, als vorläufige Notiz für gelegentliche Besucher aus unserer Gesellschaft zu dienen. Demnächst soll von Herrn Gen.-Lieutn. Ak. v. Helmersen ein grösseres Werk erscheinen, das diesem Capitel der Quartaergebilde unseres Vaterlandes besondere Aufmerksamkeit schenken wird.

1. in Palms Wahhakiwwi, Kirchspiel St. Catherinen,
2. in Wossuperre, Kirchspiel St. Catherinen,
3. in Saggat, Kirchspiel Haljal,
4. in Kolk (Perrispae), Kirchspiel Kuhsal,
5. in Taps (5 Werst entfernt an der Dorpater Linie),
6. in Kawwast bei Dorpat auf dem Felde,
7. in Annenhof bei Dorpat (auf dem Grusswall, bereits gesprengt),
8. in Rathshof bei Dorpat, 7 Fuss hoch (bereits gesprengt),
9. zwischen der Werroschen und Rigaschen Poststrasse, gleich jenseit der Ropkoyschen Allee im Walde eine Reihe zahlreicher grosser Blöcke mit Durchschnittshöhe 3—8 Fuss,
10. der Peterstein an der Werroschen Poststrasse, jenseit der 2. Station von Dorpat,
11. in Sillamaeggi,
12. auf der Insel Cassar etwa 10 Fuss hoch,
13. zwischen der Insel Cassar und Dagden, aus dem Meere etwa 10—15 Fuss hoch hervorragend,
14. bei Wesenberg, einige bedeutende Blöcke.

Die oben erwähnte Aufforderung zum Schutze und zur Erhaltung der grossen Wanderblöcke, war der Inhalt eines Vortrags, den ich 1878 in einer Versammlung der Dorpater Naturforschergesellschaft, und später 1879, in der Revaler Gesellschaft für die Naturkunde Estlands hielt, und der in den Protokollen dieser Vereine abgedruckt ist. Ich habe mich gefreut zu sehn, dass der Wunsch, die schönsten geologischen Denkmäler der Eiszeit vor Zerstörung zu bewahren und der Wissenschaft zu erhalten, nicht unberücksichtigt geblieben ist, und sage den Herren Verfassern der vorstehenden Notizen, für deren Mittheilung meinen Dank.

Zum Schlusse der vorstehenden Aufzählung von grossen Wanderblöcken in den Ostseeprovinzen Russlands und einiger benachbarten Landestheile, habe ich noch den schönen Rappakiwi-Block zu registriren, der in *Curland*, in dem Parke des Rittergutes *Gross-Essern*, des Baron Nolcken, zum Andenken an den ehemaligen Verwalter dieses Besitzes, Baron Bruno Toll, aufgerichtet ist. Fig. 38, Taf. VII. Er ist 11 Fuss 8 Zoll hoch; seine grösste Breite, in der obern Hälftc, beträgt 10 Fuss 5 Zoll, seine Dicke 5 Fuss 5 Zoll; er besteht aus rothem Granit mittlern Kornes, trägt in vertieften, vergoldeten Buchstaben die Inschrift: Br. von Toll 1845 — 1855. Auf seiner Rückseite ist ein Bohrloch zu sehn.

Dieser Block lag ursprünglich auf einem, dem Park benachbarten Felde und war damals noch ein Mal so gross als gegenwärtig. Man sprengte ihn und fertigte aus der abgelösten Hälfte Mühlsteine und über 100 Prellsteine. Als der Gutsinspector Herrn von Toll den Vorschlag machte, auch die andere Hälfte des Blocks technisch zu verwerthen, lehnte letzterer den Vorschlag ab, indem er sagte: «Den Block lassen wir liegen, der kann einst zu was Besserem dienen». Nach zehnjähriger Verwaltung von Essern, starb Baron Toll. Die Verehrer dieses Ehrenmannes, der den besten Namen hinterlassen hatte, richteten den Block zum dankbaren Gedächtniss an ihn auf.

Riesenkessel in dem Steinbruche Lukken, an dem Windauflusse.

Als ich den, auf dem Gebiete des Gutes Essern befindlichen Steinbruch besuchte (1874) bemerkte ich an den perpendikulären Felswänden des, hier künstlich entblössten Permischen Kalksteins, zwei Riesenkessel. Beide waren cylindrisch, hatten rauhe Wände, weil sie, nach ihrer Entstehung, lange vom Wasser angenagt sind.

Fig. 13.

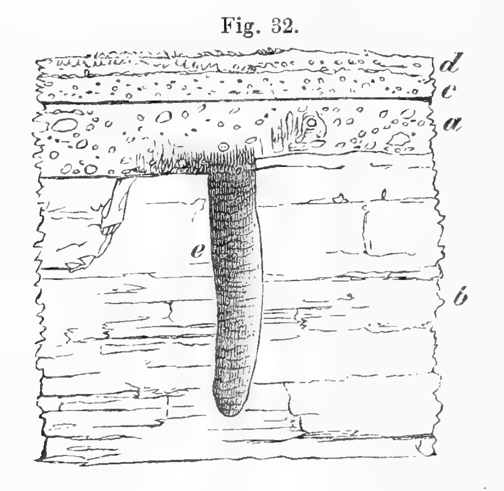


Der Kessel Fig. 31 ist 4 Fuss tief, hat oben 1 Fuss 6 Zoll, unten 1 Fuss im Durchmesser, und war ganz von dem eisenschüssigen, braunen, diluvialen Grant *a* (nordischer Sand) angefüllt, in welchem

viele Stumpfkantner von Granit, Gneiss etc. liegen. Mit ihnen kommen auch Roller dieser Gesteine vor.

Der Kessel Fig. 32 ist 5 Fuss tief und hat 1 Fuss Durchmesser. Auch er war mit Diluvialmasse angefüllt (*c*), und auf dieser lagerte der Sand *b*, ganz oben die Ackererde *a*.

Fig. 32.



Es scheint mir, man könne die Entstehung dieser Riesenkessel nur dadurch erklären, dass der Windaufluss hier, wie noch jetzt, bei Goldingen in Devonischem Kalkstein eine Stromschnelle gebildet hat, die zu jener Zeit über die obere Kalksteinschicht hinwegfloss und Strudel erzeugte. Die in den Kesseln liegenden Granittrümmer waren meist abgerundet und durchweg identisch mit denen in den Glacialschichten *a* und *c*.

Schlussbemerkungen.

So gewiss wie es ist, dass jeder der hier registrirten Riesenblöcke, von Gletschern oder von schwimmenden Eisschollen getragen, aus Finnland auf den fremden Boden gelangte, so schwer, ja so unmöglich ist es zu bestimmen, welche von ihnen an der Stelle, an welcher sie diesem Boden überliefert wurden, liegen geblieben, und welche von ihnen durch spätere Ereignisse an andere Orte versetzt worden sind. Das erstere könnte man von dem *Wahhakiwi* bei Palms Fig. 24 vermuthen; er liegt unmittelbar auf einem, wahrscheinlich von demselben Gletscher geschliffenen, Kalksteinplateau, der ihn auf letzteres herübertrug.

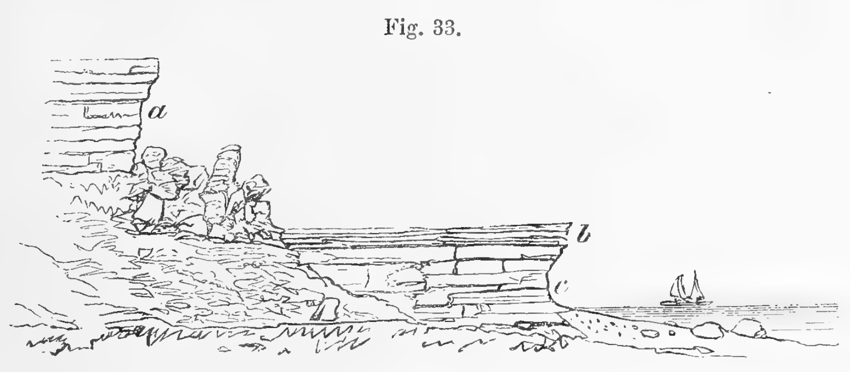
Der Karlstein bei *Isenhof* Fig. 26, die Blöcke bei *Kassispäh* Taf. II, Fig. 22, bei *Tammispäh* Fig. 23, Taf. III, die Blöcke am Fusse des *Mustelpank* auf der Insel *Oesel* Fig. 42 und der Block bei *Metzküll* auf *Oesel* Taf. II, Fig. 49 können bei dem allmählichen Abbrechen des benachbarten Glints, von diesem an's Ufer herabgestürzt — sie können aber auch in späterer Zeit von schwimmendem Eis an den Strand getragen oder geschoben worden sein.

Liegt ein solcher Block, wie z. B. der bei *Metzküll* Taf. VI, Fig. 30, auf Granitrollern, so ist es möglich, dass schwimmendes Eis ihn auf denselben abgesetzt hat, denn die Roller stammen zweifelsohne aus einer Glacialschicht her, deren Stumpfkantner von der Brandung ergriffen und abgerollt wurden, ehe der Block sich auf sie lagerte.

Leetz. Fig. 33.

Das Rittergut *Leetz*, des Baron Rud. Ungern-Sternberg liegt an der Westseite einer kleinen Meeresbucht, 4 Werst NO. von Baltischport. Am Ufer zieht sich ein steiler Glint von Vaginatenkalkstein hin *a*; sein Fuss von grossen Blöcken desselben Gesteins bedeckt. Die breite, drei Werst lange, mit den schönsten Gruppen edler Laubbäume bestandene, ebene Wiese, hat den, bis zum Meere vorspringenden schwarzen Brandschiefer *b* zum Untergrunde. Dieser ist am Strande auch steil abgebrochen. Unter ihm geht der Ungulitensandstein *c* zu Tage. Dieser wird bei Stürmen von der Brandung noch erreicht und allmählich benagt.

Fig. 33.



Glint bei Leetz.

Das Meer hat hier in früherer Zeit den Vaginatenkalk *a* und den unter ihm lagernden grünen Sandstein, der hier durch die herabgestürzten Blöcke maskirt ist, bis auf den Brandschiefer *b* weggebrochen, der jetzt den obern Theil der breiten, ebenen Uferterrasse bildet, die den schönen Park von *Leetz* trägt.

Baltischport.

Will man die Zerstörung des Silurischen Ufers durch die Meereswogen in ihrer ganzen furchtbaren Gewalt, und noch jetzt in vollem Gange beobachten, so begebe man sich an einem stürmischen Tage nach *Packerort*. So heisst der 3 Werst nördlich von *Baltischport* befindliche Baltische Leuchtthurm, dessen Umgebungen ich schon früher einmal (Bullet. de l'Acad. Imp. d. sciences, T. XIV, № 7) beschrieben habe.

Die folgende Zeichnung Fig. 40, Taf. VII, die ich im August 1873 nach der Natur entwarf, stellt einen Theil des, zwischen *Baltischport* und *Packerort* sich hinziehenden Steilufers dar.

a, ist eine nur wenige Zoll dicke Humusschicht, auf der niedrige Wacholdersträucher wachsen; zum Anbau scheint sie zu dürftig zu sein.

b, ist eine lockere, aus mehr oder weniger scharfkantigen Kalksteinbruchstücken bestehende Schicht, entstanden durch die Brandung des ehemals diese Höhe erreichenden Meeres, dessen Wellen die obern Schichten des Vaginatenkalks zerstört und aus den Trümmern einen Ufersaum aufgeworfen haben. Diese Trümmerschicht maskirt das Ausgehende dieser obern Schichten und bildet eine steile, auf dem Vaginatenkalke *c* ruhende Böschung.

c, Die von den Meereswellen unterwaschenen abgebrochenen Ausgehenden des anstehenden Vaginatenkalkes. Es ist eine lange Reihe vorspringender Altane, mit den Spitzen nach dem Meere gerichtet, die beiden senkrechten Wände unter Winkeln von 80° bis 120° zusammenstossend.

d, Eine aus Kalksteinbruchstücken, Sand und Erde bestehende, mit Laubholz bewachsene Trümmermasse, welche die unter dem Vaginatenkalke liegenden Schichten, den grünen Sandstein, den Brandschiefer, Ungulitensandstein und blaugrünen Thon maskirt.

e, Ein schmaler, steilfallender Ufersaum, bestehend aus Sand und Geröllen von Kalkstein und krystallinischen Gesteinen.

Der Baltische Leuchtthurm *f* steht an der Spitze der Halbinsel *Leetz*, und hier fällt der Glint senkrecht und ohne jeglichen Ufersaum, in das tiefe Wasser ab, und der Vaginatenkalk ragt an vielen Stellen weit über die unter ihm liegenden, weicheren Schichten hinaus, wo die letzteren, eben als die tiefer liegenden, die ganze Wuth der Brandung erfahren, während der Kalkstein durch das säkuläre Zurückweichen des Meeres dem Anprall der Wellen schon seit Jahrhunderten oder Jahrtausenden entzogen ist. Durch ihr eigen Gewicht lösen sich diese Kalksteinaltane endlich vom Mutterfelsen los und stürzen in die Tiefe. So rückt der Rand des Packerorter Glints dem Leuchtthurme allmählich näher, und wird dieser einst weiter landeinwärts getragen werden müssen, wie das auf der Insel *Odinsholm* aus denselben Gründen bereits geschehen ist.

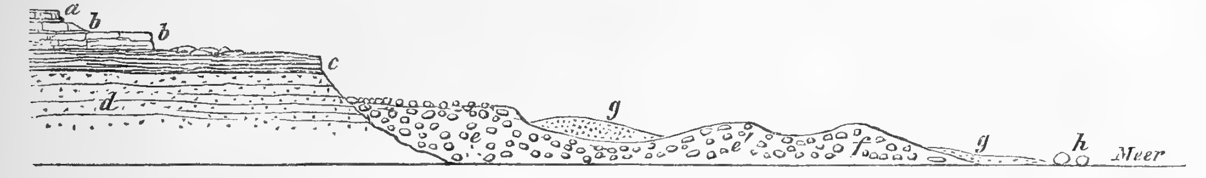
Süllamäggi, 27 Werst westlich von Narva.

Bei dem Gesinde *Kannaka* kann man die Untersilurischen Schichten gut entblösst, und an ihrem Fusse die Neubildungen des Meeres an sie angelehnt sehn. In Fig. 34 ist dieses Profil dargestellt.

a, Glacialschicht, bestehend aus Lehm mit Scharfkantnern und Stumpfkantnern von Vaginatenkalk und krystallinischen Gesteinen. Diese Bruchstücke häufig mit abgeriebenen und geschrammten Flächen, wie man sie an den Gesteinstrümmern der Untermoränen sieht.

b, Horizontale Schichten von Vaginatenkalk.
c, Schwarzer Brandschiefer.
d, Ungulitensandstein. (Der unter ihm folgende blaugrüne Thon ist hier maskirt.)
e, Die Hauptmasse bilden Gerölle weissen, dichten Kalksteins von 2 Linien bis 5 Zoll im Durchmesser. Mit ihnen zusammen, aber in geringer Menge kommen auch Granitgerölle und ein wenig Sand vor.


Fig. 34.



e' und *f* abgeriebene Kalsteinplatten bis 1 Fuss lang.
gg, Flugsand.
h, Vom Eise herangebrachte Wanderblöcke.
e, *e'*, *f* und *g* sind alte Uferwälle.

Die Denudations- und Erosionserscheinungen bei *Alt-Isenhof* habe ich oben, bei dem Beginne der Abtheilung III beschrieben.

Waiwara.

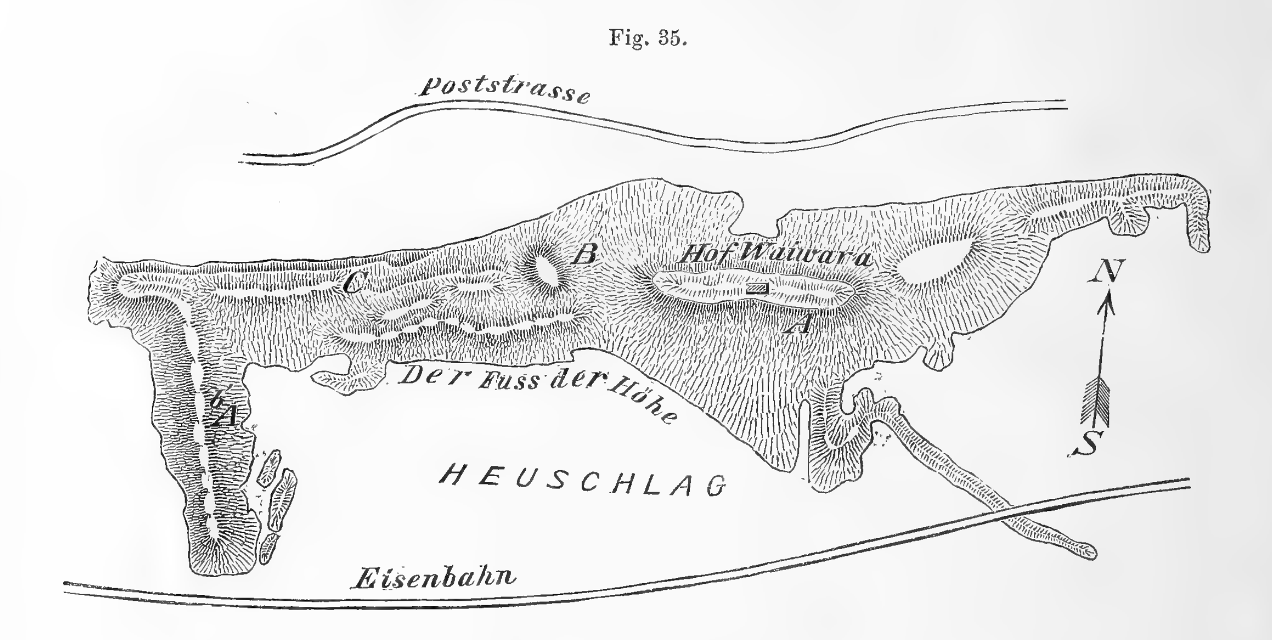
Das Gut *Waiwara*, des Baron Korff, 21 Werst westlich von *Narva*, zwischen der alten Poststrasse und der Baltischen Eisenbahn (Kärtchen Fig. 35). Das Wohngebäude liegt auf dem hohen Kamme eines von W. nach O. streichenden Ås, dessen Gestalt, von S. gesehen, Fig. 35 darstellt, in einer Entfernung von 6 Werst. Die Gipfel und Abhänge sind von Wald und Fruchtfeldern bedeckt, und der Ås nirgend durch Schluchten aufgeschlossen. Man kann daher seinen innern Bau nicht beobachten.

An dem obern Abhange des höchsten der drei Berge (*A*) liess ich den Boden bis in eine Tiefe von einigen Fuss aufgraben. An der Oberfläche zeigten sich hier grosse, stark geneigte, sehr zerklüftete, scharfkantige Blöcke von Vaginatenkalkstein, die man sogar für anstehendes, verstürztes Gestein halten könnte, wenn nicht Tausende, ebenfalls scharfkantige Platten desselben Kalksteins mit grösseren Blöcken und mit einzelnen Stumpfkantnern krystallinischer Gesteine in wildester Unordnung, ohne alle Schichtung hier durcheinander lägen. Dieses Haufwerk, das nur wenig Sand und Ackererde aufweist, erinnert an ein ähnliches, das ich in der ersten Studie Tafel 5, Fig. 25 beschrieben und abgebildet habe.

Am nördlichen Fusse des Gipfels *A*, sind Gräben gezogen, in denen sich scharfkantige Blöcke von Ungulitensandstein fanden, ein Beweis, dass die zerstörende Kraft auch die

Unterlage des Vaginatenkalksteins erreicht, und auch diese zur Bildung der Waiwaraschen Haufwerke verwendet hat.

Fig. 35.



Das Kärtchen Fig. 35 zeigt, dass der Glint sich nördlich von den Waiwaraschen Bergen, und ihnen parallel, von W. nach O. erstreckt. Zwischen ihm und den Bergen, in der Nähe der alten Poststrasse, kann man an einigen Hügeln, ganz ähnliche Haufwerke beobachten, wie die welche die Berge *A*, *B* und *C* zusammensetzen.

Es sind Erzeugnisse der Glacialzeit unsers Nordens, vielleicht Moränen, im engern Sinne des Wortes, oder, von der später eingetretenen, zerstörenden Wirkung der Gewässer verschonte Reste einer kontinuirlichen, allgemein verbreiteten Untermoräne einer grossen Eisdecke.

Dass hier, am Fusse dieser Höhen, bewegtes Wasser sich dieser Massen bemächtigt und zu geschichteten Geröllelagern verarbeitet hat, werden wir aus dem Nachfolgenden ersehn.

Fig. 36.



Eine Werst westlich von *Waiwara*, dicht an dem zum Pastorate gleiches Namens führenden Wege, war in einer Grantgrube, der folgende 7 Fuss hohe Durchschnitt zu sehn. Fig. 36.

a, Sand mit nussgrossen Geröllen krystallinischer Gesteine und Kalksteins.

b, Grober Grant aus Kalkstein und krystallinischen Gesteinen, mit Sand gemengt.

c, Feiner, gelber Quarzsand mit Lagen von feinem Grant.

d, Grober Grant. *e*, Feinen Sand mit kleinen Geröllen.

f, Grober Grant. *g*, Grober Grant wie *b*, schwach nach O. geneigt, diskordant zu *f*.

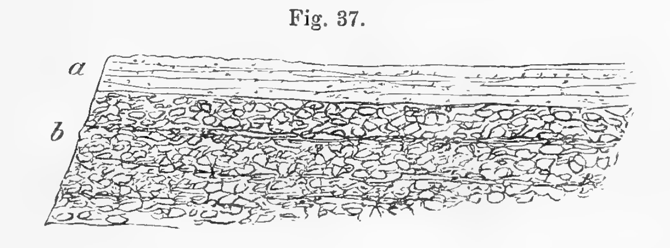
h, Sand mit Zwischenlagen von kleinem Gerölle, etwas weniger nach O. geneigt wie *g*. *g* füllt an einer Stelle eine Mulde in *h*.

Sehr ähnlich diesem Profil, ist ein anderes, das 1 Werst WSW. von Waiwara, in einem Eisenbahndurchstiche aufgeschlossen war, und zu dem mich Baron Korff führte. Fig. 37.

a, Gelber Sand mit wenigen abgerundeten Kalksteinplättchen von 1 bis 6 Zoll Länge, und wenigen Geröllen krystallinischer Gesteine.

b, Kalksteingerölle von Erbs- bis Faustgrösse, gemengt mit Geröllen krystallinischer Gesteine. Fast Stück an Stück. Die krystallinischen Gerölle fast alle aus rothem Granit. *a* ziemlich fein und sehr deutlich geschichtet und geneigt, *b* in mehr oder weniger dicke parallele Bänke getheilt.

Fig. 37.

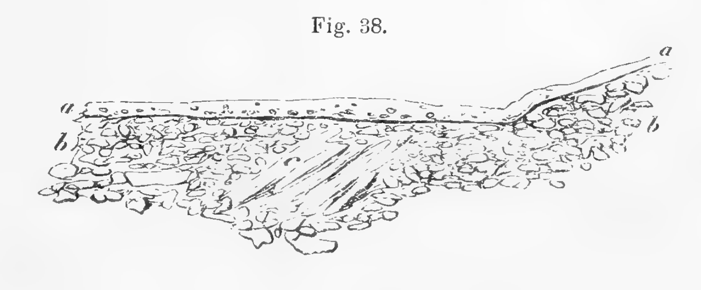


Beide, in diesen zwei Profilen dargestellte Ablagerungen sind Strandbildungen einer, der jetzigen vorangegangenen Zeit und zeugen von einem früheren, höheren Stande des benachbarten Meeres, das heutzutage an seinem Ufer durch die Gewalt der brandenden Wogen ganz ähnliche Massen erzeugt. Man vergleiche die hier beschriebenen mit dem, aus Sand und Geröllen bestehenden Ufer bei Ristna auf der Insel *Dagö*, bei *Süllamäggi* etc.

Wesenberg.

In dieselbe Kategorie, wie die «*Blauen Berge*» von Waiwara, gehört auch der Schlossberg von Wesenberg, bei der Station gleiches Namens auf der Baltischen Eisenbahn. Der Bau dieses Berges, der das nördliche Ende eines, von N. nach S. streichenden Höhenzuges, (Ås) bildet, ist an mehreren Stellen gut aufgeschlossen durch Abgrabungen. Am Nordabhange des Schlossberges, konnte man, auf der halben Höhe desselben, den folgenden Durchschnitt sehn. Fig. 38.

Fig. 38.



a, Schwarzbrauner Humus. In dem untern Theile desselben kleine, scharfkantige und stumpfkantige, Bruchstücke weissen Kalksteins.

b, Platten weissen und röthlichen, dichten Kalksteins, selten abgerundet, sondern meist

nur an den Kanten abgestumpft, von Nussgrösse bis 1 Fuss Länge. Stück an Stück, nicht geschichtet, die Längenaxe meist horizontal. Zwischen diesen Platten, aber in geringer Menge, etwa wie 2 : 100, Gerölle krystallinischer Gesteine von 2 bis 3 Zoll Länge.

c, Scharfkantner von Kalkstein, 4 Fuss lang, 1 Fuss dick, geschichtet, nach N. geneigt und ganz von *b* eingeschlossen.

Am 8. Juni 1876, machte ich nochmals, in der Begleitung des Baron Pahlen, eine Excursion an den Meeresstrand. Wir fuhren zunächst auf den *Kotkamäggi*, (Adlerberg), den höchsten Punkt des *Palms*-Plateaus, auf welchem Baron Pahlen zum Andenken an seinen Vater, den General der Cavallerie Baron Pahlen, eine Denksäule errichtet hat. Dieser Punkt gewährt eine gut orientirende Umsicht der ganzen Gegend. Dann begaben wir uns nach *Porgast*, stiegen hier vom Glint herab auf den Diluvialboden, der sich an dessen nördlichen Fuss anlagert und, von Dünensand und Moor bedeckt, bis an die Nordspitze der Halbinsel *Perrispäe* hinzieht.

Von Porgast überschritten wir den Palms'schen Bach bei *Kotkawesk*, wo die grosse, trefflich eingerichtete Ziegelei *Wössu* liegt. Sie kann jährlich bis $3^1/_2$ Millionen Ziegel liefern und ist durch einen, in das Meer hinausgeführten, mit einem Schienenstrange versehenen Damm, mit dem Ufer verbunden, an welchem ein Bugsirdampfer die Ladungen zum Transport nach Kronstadt und an andere Orte, aufnimmt. Von *Kotkawesk* fuhren wir nach der Ziegelei *Loksa*, an der Mündung des Flüsschens *Walgejöggi*. Sie gehört zu dem Gute *Kolk* des Grafen Steenbock.

Beide Ziegeleien verarbeiten den *Newathon* (Hvarfig leer). Bei *Wössu* und *Loksa* sahen wir diesen Thon unter einem alluvialen, mit Rollern krystallinischer Gesteine angefüllten Sande anstehen, in den Schluchten und in künstlichen Durchschnitten. Er ist hier, wie überall, so fein geschichtet, dass die einzelnen Lagen, die man durch hellere und dunklere, braune Färbung unterscheiden kann, oft nur die Dicke dünner Pappe haben, und die Dicke von 2 bis 3 Linien nie überschreiten. Aeusserst selten erscheint in diesem Thone ein Gerölle krystallinischer Gesteine. Der Director der Ziegelei Loksa sagte mir, der Thon enthalte bis 3% sehr feinen Sandes, sei horizontal gelagert. Der Newathon bildet den Untergrund der ganzen Halbinsel.

An andern Orten ist der Newathon stark undulirt, die Schichten vielfach gekrümmt, wie z. B. an den Durchstichen der Peterhofer Eisenbahn, auch an der *Wodla*, die in das Ostufer des Onegasees mündet, und an der *Olonka*, die in das Ostufer des Ladoga fällt. An der *Olonka* besteht er aus einem Wechsel aschgrauer und brauner Lagen, deren man in einem Zoll 15 bis 16 zählen konnte. Es kommen in diesem Thone, an den genannten Orten, Nester lockeren, gelben Sandes vor und jene, von N. v. Nordenskjöld, *Pegothokiten* genannten cylindrischen, mit hohlen Axen versehene Körper vor, in denen oft noch eine Wurzelfaser steckt, um welche herum sich diese kleinen Orgelpfeifen gebildet haben, die bisweilen in Reihen neben einander, senkrecht auf den Schichtungsebenen des Thones stehn.

An der Olonka, wenige Werst flussaufwärts von der Stadt *Olonez*, kann man, am linken Ufer einen 20 Fuss hohen Durchschnitt des Newathones beobachten. Er ist hier von Alluvialem Sande bedeckt, enthält, ausser einer geringen Beimengung sehr feinen, staubartigen Quarzsandes, kleines Gerölle von Glimmerschiefer und Sandstein, und wohlerhaltene Schalen von jetzt lebenden Arten von Paludina — Unio und Ciclas —, deren Anwesenheit im Thone seine recente Entstehung beweisen.

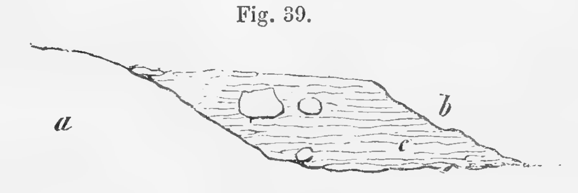
An der Wodla kann man den Newathon, eine Werst flussabwärts von *Pudosch*, am linken Ufer, an einem 30 Fuss hohen Profil beobachten. Hier ist er röthlich-grau gefärbt und enthält, ausser dem staubartigen Quarzsande auch feinste Glimmerschüppchen. Die Schichten fallen hier mit 9° nach N. Wir fanden in ihm an zwei Stellen Gerölle von Granit und Diorit, und lagerartige, bis 7 Fuss lange, Nester hellgelben, lockeren Sandes. Ausser zahlreichen Pegothokiten, fanden wir hier im Thone auch verrottete, von verkohlter Rinde umgebene Aststücke von Coniferen. Dass die Pegothokiten aus Sand und Thon bestehn, die durch quellsaures Eisenoxyd verkittet sind, habe ich schon früher erwähnt, in der ersten Studie über das Diluvium Russlands.

Die Gegenwart von Schalen, noch jetzt lebender Süsswassermuscheln, in dem Newathone, beweist, dass er ein Produkt der Jetztzeit, und, an den betreffenden Punkten, keine maritime, sondern eine Süsswasserbildung ist. Es gehört dieser Thon in dieselbe Kategorie, wie der, auf welchem die Stadt *Windau* in Curland, an der Mündung des Flusses gleiches Namens, steht, und der sich von hier, am linken Ufer der Windau, von Dünensand bedeckt, weit flussaufwärts erstreckt. Bei dem *Atlitzenschen* Kruge fand ich ihn, am linken Ufer, bis 12 Fuss über dem Wasserspiegel, entblösst; er hat eine grünlichgraue Farbe, ist feingeschichtet, enthält etwas feinen Sand und ebenfalls Süsswassermuscheln. Ueber ihm lagerte auch hier feingeschichteter Quarzsand, in welchem helle, lockere Lagen, mit ockergelben, festen, wechseln. In den letztern bemerkt man Wellenabdrücke, ein Beweis, dass sie sich unter Wasser gebildet haben. In diesem geschichteten Sande finden sich auch kleine Gerölle krystallinischer Gesteine; er hat genau dieselbe Zusammensetzung wie der jetzige Ufersaum des Meeres.

Nach des Akademikers Fr. Schmidt Beobachtung bildet in der *Wiek* (westliches Estland) immer der Blocklehm (Glaciallehm) den Untergrund des Newathones: so bei *Nyby*, bei *Hapsal*, bei *Walk* im Merjamaschen Kirchspiele, und bei dem Gute *Waimel* auf *Dagö*.

Ich habe schon früher einmal darauf aufmerksam gemacht, dass der Newathon bei *Wiborg*, wo er ebenfalls zur Fabrikation von Ziegelsteinen verwendet wird, in horizontalen Schichten, unmittelbar auf Granit abgelagert ist, und dass hier einzelne Scharf- und Stumpfkantner von Rappakiwi-Granit in ihm liegen. Fig. 39 stellt einen solchen Durchschnitt dar, den ich zwischen den beiden Festungsbergen antraf. Der Thon ist hier von Tausenden

Fig. 39.



grosser, scharfkantiger Blöcke desselben Gesteins bedeckt. Manche dieser Blöcke sind, durch den Einfluss der Atmosphärilien, mehr oder weniger abgerundet. Sowohl hier, als an den bei dem Bahnhofe blosgelegten Durchschnitten, ist die Thonablagerung von Grus bedeckt, in welchem ebenfalls Granitblöcke liegen.

Am nördlichen, der Stadt *Wiborg* zugewendeten Ende des sich hier hinziehenden Sattels, kann man den Thon ebenfalls auf Rappakiwi aufliegen sehn, und zwar auf einer geschrammten Schliffläche des letzteren. Ein neuer Beweis für seine postglaciale Entstehung.

Am 9. Juni 1876 besuchten wir die, 10 Werst von *Palms* entfernte Wassermühle *Nömmewesk*, am Flusse *Walgejöggi*, 10 Werst flussaufwärts von der Mündung desselben in das Meer. An den steilen, oft überhängenden Ufern der malerischen Schlucht, sieht man die ganze Schichtenfolge des Untersilur, vom Vaginatenkalke durch den Grünsand und den schwarzen Brandschiefer bis tief in den Ungulitensandstein aufgeschlossen. Ein 3 Fuss hoher Wasserfall befindet sich in der Nähe des Dörfchens, und oberhalb und unterhalb des Falles toben wilde Stromschnellen. Der ganze Boden des Flusses ist von anstehendem Kalksteine und von scharfkantigen, losen Platten desselben bedeckt. Oberhalb des Falles liegt auf dem flachen Flussboden ein 10 Fuss hoher Scharfkantner von Granit. Der Müller theilte mir mit: der Wasserfall sei in 20 Jahren um ebensoviel Fuss flussaufwärts vorgerückt. Das Frühlingswasser steigt hier bis 4 und mehr Fuss über den gewöhnlichen Stand und strömt dann mit grosser Gewalt durch das enge Felsenthor. Jener Granitblock hat, ohne Zweifel, in früherer Zeit an der Oberfläche, auf dem Vaginatenkalke, gelegen, und ist allmählich von dem, in den Boden sich einschneidenden Flusse untergraben und zu Sturze gebracht worden.

Die Inseln Dagö, Oesel und Mohn.

Wie England einst mit Frankreich und die Dänische Halbinsel mit der Skandinavischen verbunden war, und wie die zerstörende Kraft der Meereswellen sie von jenen Ländern trennten, so ist es auch mit den Inseln *Gothland*, *Laaland*, *Oesel* und *Dagö* geschehen. Diese Inseln bestehn aus denselben, mehr oder weniger horizontal gelagerten Silurschichten, die in den nämlichen geographischen Breiten auch auf dem Festlande des benachbarten Schwedens und Estlands verbreitet sind. Im Verein mit einigen kleineren, aus den nämlichen Schichten bestehenden Inseln und Untiefen, bilden sie den Rest einer kontinuirlichen Silurischen Brücke, die einst von Estland nach Schweden hinüberführte, und dass diese Brücke die Gletscher der Eisperiode getragen hat, beweisen nicht nur die geschrammten Felsschliffe, die man auf ihren Resten findet, sondern auch die auf diesen Inseln verbreiteten Glacialschichten.

Die auf den Inseln *Dagö* und *Oesel* verbreiteten, im Dünensand oder Thon liegenden Schalen jetzt lebender Meeresmuscheln, beweisen aber im Verein mit alten Uferwällen, dass

diese Inseln nach der Eiszeit vom Meere bedeckt wurden, und erst, nachdem sie aus dem Meere aufgetaucht waren, konnte der Angriff der Wellen auf sie beginnen. Wir haben seine Wirkungen auf die Felsenufer Estlands und der Insel *Oesel* kennen gelernt.

Wo aber das Steilufer aus leichter zerstörbaren, lockern Gesteinen besteht, wie z. B. aus Glacialthon oder aus Sand, da geht die Zerstörung schneller vor sich. Die steilen Kreidefelsen der Südostküste Englands brechen bekanntlich mit so grosser Schnelligkeit ab, dass in einigen Decennien schon bedeutende Veränderungen bemerkt werden, z. B. an den bekannten *Shakespeare*-Felsen bei *Dower.*

An der Nordwestspitze und an der Südwestküste von *Dagö* hatten wir Gelegenheit Zerstörungen dieser Art zu beobachten.

Nachdem wir Oesel und Mohn besucht hatten, betraten wir, von der Nordspitze der Insel Oesel kommend, das Südufer *Dagös* bei dem Gute *Emmast*, auf dessen Feldern man, in frisch gegrabenen Gräben, eine gelbe, mergelige Glacialschicht sehn konnte, die eine sehr grosse Verbreitung haben soll. Von *Emmast* begaben wir uns nach dem Gute des Baron Stackelberg, *Putkas*, und besuchten von hier aus die Landzunge auf der Insel *Kassar*, von der oben bereits die Rede war.

1876 wiederholten wir unsern Besuch der Insel *Dagö*, namentlich die Orte: *Kertel*, *Grossenhof*, *Putkas*, *Waimel* und *Kassar.*

Der Igopank auf der Insel Mohn.

Fig. 47, Taf. II.

Was man in Estland, Schweden und in Dänemark Glint, respective Klint nennt, wird auf den Inseln *Oesel* und *Mohn* «Pank» genannt.

Der *Igopank* liegt am nördlichen Ufer der Insel *Mohn* und ist dadurch interessant, dass man an ihm, ähnlich wie an dem bekannten Berge Bogdo, in der Astrachanschen Kalmückensteppe, hoch über dem Meeresspiegel, eine lange Reihe von, durch die Meereswellen einer früheren Zeit ausgewaschene, Höhlen sieht, die redenden Zeugen eines ehmals höheren Wasserstandes. Dergleichen Höhlen entstehen nicht durch die Wirkung des Regens und des schmelzenden Schnee's, sondern durch den Anprall der Wellen an ein Steilufer.

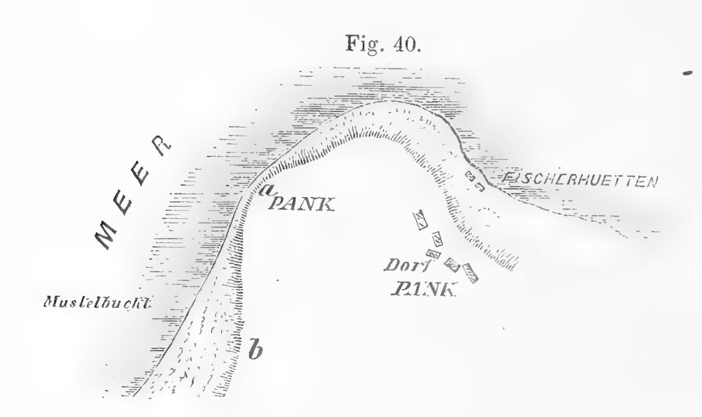
Taf. II, Fig. 47 sieht man zwei solcher Höhlen und hinter der Ecke liegt noch eine ganze Reihe derselben. Der senkrechte, auch wohl überhängende, dem Meere zugekehrte Absturz der horizontal gelagerten Dolomit- und Mergelschichten der untern Etage des Obersilurischen, (№ 7 nach Schmidts Eintheilung) steht etwa hundert Schritte vom Meere ab. Von seinem Fusse zieht sich eine steile, mit scharfkantigen Kalksteinblöcken und Granitblöcken bedeckte, aus Geröllen und Sand bestehende Böschung, bis an den schmalen, ebenfalls aus Sand und Geröllen zusammengesetzten, Ufersaum.

Der Mustelpank auf der Insel Oesel.

Wir besuchten diesen Glint am 23. Juli 1871. Der *Mustelpank* ist eines der vielen Vorgebirge, die an der Nordküste von Oesel in das Meer vorspringen. Er liegt an dem Ostufer der Mustelbucht. Fig. 40.

Die Kalksteinschichten des Pank haben im Allgemeinen eine horizontale Lage, sind aber schwach undulirt, was man am besten erkennt, wenn man sie in einiger Entfernung vom Ufer vom Meere aus betrachtet. Nur an einer, der höchsten Stelle des Pank *a*, tritt der Pank ohne Ufersaum an das Meer, so dass man hier den Fuss nicht auf den Strand setzen kann, und diese Stelle wird denn auch von den Wellen stark benagt. An ihr wiederholen sich zum Theil die Verhältnisse, die wir am Glint von *Packerort* kennen lernten.

Fig. 40.



Der so eben erwähnte Kalkstein ist hier senkrecht abgebrochen, und springt in Zacken gegen das, seinen Fuss bespülende Meer vor. Er ist von einer mächtigen Geröllschicht *c* bedeckt, in welcher abgerundete Bruchstücke hellgefärbter Kalksteine vorwalten. Mit diesen zusammen kommen auch Gerölle krystallinischer Gesteine und grössere Wanderblöcke finnländischer Gesteine darin vor.

Am scharfen Rande des Pank hängt, zum Sturze bereit, der grosse Block rothen Granits Taf. II, Fig. 49 der mit den bereits am Ufer liegenden ebenfalls scharfkantigen Blöcken wahrscheinlich einst oben auf dem Geröllplateau, und nicht in der Geröllschicht selbst mag gelegen haben. Die durch die Brandung bewirkte Zerstörung des Pank erreichte allmählich die Lagerstätte dieser Blöcke, sie glitten auf der unter einem Winkel von 45° nachrieselnden Geröllelage hinab und geriethen so an das Meeresufer.

Man könnte freilich auch annehmen, die Blöcke seien in der Jetztzeit von Eisschollen herangetragen, allein ich möchte dagegen geltend machen:

«Dass man allerdings viele Beispiele anführen kann, dass grosse Gesteinsblöcke von schwimmendem Eise aus den Polarmeeren der Jetztzeit, weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte sind fortgetragen und an fremden Küsten abgesetzt worden. Allein diese Eisberge stammen, was durch ihre Grösse bewiesen ist, immer von Gletschern her und nie hat man, meines Wissens, von Augenzeugen Berichte erhalten, dass Riesenblöcke, wie die von uns in Estland und in den nördlichen Gouvernements Russlands beschriebenen, von schwimmendem

Eise der Ostsee von Finnland wären nach der Küste Estlands getragen worden. Kleinere Blöcke werden auf diese Weise häufig translocirt, wie wir früher solche Beispiele angeführt haben, aber nie ein Stein von den Dimensionen des *Ssuur-kiwi* von *Kussispae* und *Tammispae*, oder des *Wahhakiwi* bei *Palms*, und des Riesen von *Wainopae*. Da solche Riesenblöcke, wie ich dessen schon früher erwähnt habe, auch nie in den Glacialschichten (Untermoränen) und nie in den Geröllbänken vorzukommen pflegen[1]), sondern in der Regel frei, an der Erdoberfläche liegen, und da man sie überdiess bisweilen noch unmittelbar auf den alten Gletscherschliffen aufliegend findet, wie z. B. der *Wahhakiwi* (Fig. 24), so ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass alle unsere Riesenblöcke von Gletschereis, sei es von gleitendem oder schwimmendem, aus der Heimath in die Fremde getragen wurden. Gewöhnliche Meereseisschollen können diesen schweren Dienst wohl kaum verrichtet haben, ihre Wirksamkeit in der Jetztzeit scheint sich nur darauf zu beschränken, dass sie mit vielen kleineren dann und wann auch grössere, am Strande liegende Wanderblöcke, von einer Stelle zur andern nicht tragen, sondern schieben, wie zum Beispiel bei *Uhla* und bei *Reval* 1869. (S. Taf. X, Fig. 49 in meiner ersten Abhandlung). Die Entfernung solcher zwei Stellen von einander dürfte aber schwerlich eine beträchtliche sein.

Südlich und östlich von dem Punkte *a* tritt der Glint, wie das Kärtchen Fig. 40 es zeigt, vom Ufer zurück, und ist hier von der Geröllebank, einer alten Uferschwelle, maskirt, wie z. B. bei der Stelle *b*. Und hier sieht man diese Bank in 5 bis 6 Terrassen von unten nach oben ansteigen. Jede derselben ist ein alter, durch Wellen und herandrängende Eisschollen erzeugter Uferwall.

Wir haben also auch hier ein grossartiges Zerstörungsphänomen durch Denudation vor uns, und zugleich die Erzeugnisse aus dem durch die Zerstörung gewonnenen Material. Diese Produkte sind aber auch an vielen andern Stellen der Insel Oesel vorhanden, und beweisen, dass sie einst ganz vom Wasser bedeckt war. Sie wird lange Zeit, wie auch ihre Nachbarinsel Dagö, eine Untiefe in dem damals weit umfangreicheren Binnenmere gebildet haben, ganz ähnlich dem nur mit einer 6 bis 8 Fuss hohen Wasserschicht bedeckten, von den Schiffern so gefürchteten *Neckmannsgrund*, nördlich von *Dagö*, auf den sie, bei trübem Wetter, nicht selten auflaufen. Wir sahen eine Brigg in dieser Gefahr; der Schiffer war diese, zum Glück, selbst gewahr geworden, legte das Schiff in Dreif und lavirte darauf aus der Falle hinaus. Im Tagebuche des Wächters, auf dem Leuchtthurme, war das Fahrzeug bereits als gestrandet eingetragen.

Am 25. Juli 1871 reisten wir von *Putkas* auf einem über Moräste, Wiesen und Sandablagerungen führenden Wege, quer durch die Insel Dagö nach dem, am Nordwestufer

---

1) Nur selten, ausnahmsweise, kommt es vor, wie z. B. der Block bei Wiborg, Fig. 5, und dieser ist auch kein Riesenblock.

liegenden Pastorate *Roicks*, und besuchten von hieraus Dagö's grosse, nach W. gerichtete, am Cap *Dagerort* endende Halbinsel.

Man hatte uns gesagt es sei hier, bei dem Dorfe *Ristna*, ein aus Geröllen bestehender Uferwall noch in seiner Bildung zu sehn. Die von Stürmen getriebenen Eisschollen sollten das Gerölle bereits zu einer Höhe von beiläufig 70 Fuss, am Ufer hinaufgeschoben haben.

Die Halbinsel *Dagerort* bildet ein allmählich nach N. und S. abfallendes, ebenes oder schwach undulirtes Plateau, auf dem sich, mit steilen Abhängen versehen, der *St. Andrus* oder *St. Andreasberg*, 230 Fuss über dem Meeresspiegel erhebt.

Der Koepposche Leuchtthurm, einer der höchsten in Europa, steht auf einer hohen Terrasse am westlichen Abhange des Berges.

Die Halbinsel besteht aus Sand, in welchem grosses und kleines Kalksteingerölle, so wie Gerölle krystallinischer Gesteine und Wanderblöcke geringer Dimensionen eingebettet sind (Blocksand). Grössere Stumpfkantner und abgerundete Blöcke von Granit und Gneiss liegen an der Oberfläche und erreichen eine Länge von 6 bis 7 Fuss.

Auf diesem Blocksand ziehen sich viele niedrige Sanddünen hin. Auch der Andreasberg besteht aus Dünensand und ist, wie die ganze obere Decke der Halbinsel eine Strandbildung, zu der aber, wie wir sehen werden, auch hier eine Glacialschicht das Material geliefert hat.

Vom Andreasberge begaben wir uns, über das Gut *Koeppo*, nach dem Strandgesinde *Ristna*.

Von dem angekündigten, noch in seiner Bildung fortschreitenden Uferwalle war hier freilich nichts, dagegen aber die deutlichsten Spuren von heftigen, zerstörenden Angriffen der Wellen auf das steile Ufer zu sehn. Fig. 33, Taf. VI stellt den nördlichen, und Fig. 50, Taf. VI den südlichen Theil dieses aus Blocksand bestehenden, eine kleine Bucht einschliessenden Ufers dar, das in zwei Riffen in das Meer vorspringt.

Der Sand besteht aus Quarzkörnern und Splittern rothen Orthoklases. Die von ihm umhüllten Gesteinstrümmer gehören vorzugsweise Kalksteinen und finnländischen Gesteinen an, und sind alle entweder an den Kanten oder auch ganz abgerundet, mit Ausnahme der grösseren Granitblöcke an den Abhängen und am Ufer, deren ursprüngliche Gestalt sich bisweilen mit ziemlich scharfen Kanten erhalten hat, so namentlich der Fig. 33 abgebildete, erratische Riesenkessel, dessen glatte Oberfläche aber die Spuren einer durch Sand bewirkten Scheuerung trägt. Es wird nämlich dieser Block bei Sturmfluthen von den brandenden, mit Sand beladenen Wellen erreicht, und diese sollen dann auch über seinen obern Rand in den Kessel stürzen.

Fig. 50 zeigt deutlich, dass dieses Ufer von den Wellen benagt wird. Der Abhang ist mit herabgerutschten Blöcken besäet und der letzte Sturm, im Frühling 1871, hatte auch einem, am Rande des Plateaus stehenden Wacholderbaume seinen Boden geraubt und ihn dadurch zum Herabgleiten gebracht.

Wer kann nun aber entscheiden ob die an den beiden Riffen angehäuften Blöcke auch von dem Blocksande geliefert oder vom schwimmenden Eise herangebracht wurden: Unser Führer bei *Ristna* erzählte, dass im Frühling die Eisschollen sich an diesem Ufer bisweilen so hoch wie Stadthäuser (was so viel als zweistöckige sagen will) aufthürmen. Und er hatte selbst einmal einen grossen Granitblock vom Eise auf das Ufer hinaufschieben geseln.

In der Gegend des südlichen Riffs Fig. 50 fand Akademiker Schmidt den Glacialthon unter den, die Uferböschung bedeckenden Geröllen auf und damit war denn auch hier der Beweis geliefert, dass die Scharf- und Stumpfkantner der Glacialschicht den Wellen als Material zur Bildung des Gerölles gedient haben. Diese Annahme wird in allen ähnlichen Fällen durch die lithologische Identität der in beiden Gebilden enthaltenen Gesteinstrümmer unterstützt.

IV. Der See Houtjänin, im südlichen Finnland, und sein Durchbruch in den Saimasee, im August 1859.

Der *Saimasee* hat, von *Willmanstrand*, am Südufer, bis *Kuopio*, nahe an seinem Nordende, eine Länge von 60 deutschen Meilen, und ergiesst sich, aus seinem Südufer, durch den *Wuoxenfluss*, bei *Kexholm*, in das westliche Ufer des *Ladogasees*. Da der Wuoxen, wegen seiner Stromschnelle (*Imatra*) und seiner Wasserfälle (*Kyro*) nicht schiffbar ist, hat man bei *Lauritsala*, zwischen *Willmanstrand* und *Joutseno*, einen Canal angelegt, der mit zahlreichen Schleusen versehen, nach *Wiborg* führt. So ist eine Wasserstrasse von St. Petersburg bis in die Centralgegend des holzreichen Finnlands hergestellt. Seine grösste Breite hat der *Saima* bei *Willmanstrand*, circa $1\frac{1}{2}$ Meilen; er windet sich, von hier an, in unzähligen Biegungen, und von Tausenden von Granit- und Gneissschären besäet, nach Nord, und sendet zahllose, grössere und kleinere, schmale und breite Fiorde in seine felsigen Ufer hinein. Ein solcher grosser Nebensee des *Saima* ist auch der *Pühaselkä*, an dessen nördlichem Ufer vor wenigen Decennien das Städtchen *Jöensu*, (d. h. die Flussmündung) gegründet wurde. Es ergiesst sich nämlich hier ein, etwa 10 Meilen langer Fluss, der dem Südende des *Pjelissees* entströmt. Zwischen dem *Pjelis* und dem *Pühaselkä*, liegt, nördlich von *Jöensu*, und 1 Meile (7 Werst) von ihm entfernt, der 35 Werst (5 Meilen) lange und 15 Werst ($2\frac{1}{7}$ Meile) breite See *Höutjänin*, dessen Spiegel, vor dem Durchbruche, 70 Fuss höher stand, als der Spiegel des *Pühaselkä*. Der *Höutjänin* hatte früher seinen Abfluss nach West, in den benachbarten See *Winijärwi* und aus diesem durch den See *Orihwesi* in den *Saimasee*, da wo letzterer die felsige Halbinsel umspült, auf welcher die Stadt *Nyslott* liegt. Der obere Saima fliesst hier durch zwei, durch eine kleine Insel getrennte, schmale Arme, in einem felsigen Bette, als reissende Stromschnelle in den untern See ab. In dem see- und felsenreichen, aber an Wiesen und an Ackerland armen Finnland, hat man seit langer Zeit

mehr Kulturboden dadurch sich verschafft, dass man höher gelegene, von niedrigem Diluvial- oder Alluvialboden umgebene Seen, zum Theil in tiefergelegene ableitete. Beim Sinken des Wasserspiegels wurde dann ein kulturfähiger Ufersaum gewonnen. Die Kosten solcher Anlagen haben sich in den meisten Fällen reichlich bezahlt gemacht.

Bereits im 18. Jahrhundert beabsichtigte man den See *Höutjänin* um 30 Fuss niedriger zu legen und zwar mittelst Reinigung des Flüsschens *Winijerwi,* das aus ihm in den See gleiches Namens fliesst. Aus diesem wäre dann das Wasser in den *Orihwesi* und in den *Saima* gelangt. Dieser Vorschlag wurde von Privaten öfter wiederholt, was schliesslich die Direction der Wege- und Wassercommunication Finnlands veranlasste, die Sache 1850 in ihre Hand zu nehmen. Die Direction kam, nach sorgfältiger Untersuchung der betreffenden Localität, zu der Ueberzeugung, dass die Reinigung des *Winijerwiflusses*, mehr kosten werde, als der Durchstich des, den *Höutjänin* vom *Pühaselkä* trennenden, aus lockerem Boden bestehenden Isthmus, in dessen nördlichem Theile ein, etwa 30 Fuss hoher Ås ihn in ostwestlicher Richtung durchzieht. Man hoffte den Spiegel des *Höutjänin* mittelst eines Durchstichs des Isthmus um 30 Fuss niedriger legen zu können, und dadurch an den Ufern des Sees 10,000 Tonnen Landes zu gewinnen. Die Direction beschloss den See mit einem Canale anzufahren, durch welchen der See allmählich in den *Pühaselkä* abfliessen könne, ohne die Stadt *Jöensu* mit Ueberschwemmung zu bedrohen.

Im Jahre 1854 ward die Arbeit begonnen, und zwar zwischen *Pühaselkä* und dem kleinen See *Walkialampi*, der nördlich von ersterem, auf dem Isthmus lag. Als dieser Canal vollendet war, liess man den *Walkialampi* durch ihn abfliessen; dieser fiel, in Folge dessen, um 20 Fuss. Im Frühling 1855 vertiefte das Schneewasser diesen Canal und 1856 war der Andrang des Wassers so stark, dass es denselben, durch Erosion, bis zu einer Tiefe von 20 Fuss, und einer Breite von 90 Fuss brachte. Da beschloss man, um den Abfluss zu reguliren, einen schmalen Canal vom *Walkialampi* bis zum *Höutjänin* zu graben. Auch im Herbst 1856 wurde der Canal, durch Wasserandrang aus dem *Walkialampi*, noch mehr erweitert. Um den Spiegel dieses Sees tiefer zu legen, vertiefte man den Canal auch durch die Kunst, an den Stellen, wo die Natur das nicht hatte thun können, und setzte sein Niveau um 15 Fuss herab. Zugleich führte man am Ausflusse des Canales aus dem See, einen Damm auf, um das aufgestaute Wasser, nach Bedürfniss und regelmässig abfliessen lassen zu können. Das half aber nur geringe Zeit; das Wasser bahnte sich, zu beiden Seiten des Schutzdammes, neue Wege zum *Pühaselkä*, und es wurden daher, im Herbst 1858, am *Höutjänin* zwei, 100 Fuss von einander entfernte Schutzdämme mit Schleusen aufgeführt. Am *Walkialampi-Canal* arbeitete aber das Wasser so fleissig, dass der kleine, 45 Fuss tiefe See, bereits im Juni 1859 vollständig geleert war. Aus dem *Höutjänin* wurde das Wasser zwar allmählich abgelassen, da jedoch das Gefälle des Canals, vom *Höutjänin* bis zum *Walkialampi*, auf einer Strecke von 2200 Fuss, 30 Fuss betrug, so strömte das Wasser in demselben mit grosser Gewalt und erweiterte ihn sehr schnell und so bedeutend, dass man schliesslich eine Unterwaschung und Zerstörung der Schutzdämme befürchten konnte.

Ein solcher Durchbruch des *Höutjänin* nach dem *Pühaselkä* erfolgte denn auch am 3. August n. St. 1859.

Die Unterspülung und Zerstörung der Dämme hatte um 3 Uhr Nachmittags begonnen, sie war bald vollendet, und nun ergoss sich das Wasser mit Riesengewalt in der Richtung zum *Pühaselkä*, und grub sich in wenigen Tagen ein 7 Werst langes, bis 1400 Fuss breites und 40 Fuss tiefes Bette, ein Thal aus dem es 35 Millionen Cubik-Meter = 3,500,000 Cub.-Sashen, Erde herausspülte, und den leichteren Theil dieser Masse, an die Mündung in den Pühaselkä trug, wo es den Detritus, Triebsand und kleines Gerölle, Baumstämme etc. in einem grossen Delta deponirte. Vom 3. bis zum 6. August, so lange als der Abfluss aus dem Höutjänin auch durch den *Winijerwi* stattfand, war die Strömung nach dem *Pühaselkä* geringer und der See um 6 Fuss gefallen. Als aber der Spiegel des *Höutjänin* schon tiefer als der Ausfluss in den *Winisee* gesunken und der Ausweg nach Süd der einzige geblieben war, nahm die Gewalt des Stromes bis zum 9. August zu. Von 12^h Mittags am 6. August n. St. bis 12^h am 9. August, war der Spiegel des *Höutjänin*, um weitere 12 Fuss gesunken. Im Juni 1860 betrug die Abnahme bereis 30 Fuss und es trat nun ein Stillstand ein, weil jener Steinås und einige Gneisshügel am Ausflusse des neugebildeten Stromes das weitere Vertiefen hinderte. Da beschloss das Departement der Wege- und Wasserkommunikation, den Ausfluss künstlich zu vertiefen, mittelst eines Kanals, um den Fluss schiffbar zu machen. Diese Arbeit ward 1860 ausgeführt; und der Spiegel des Sees sank, in Folge dessen bis auf 39 Fuss unter seinen früheren Stand. Als der Fürst Krapotkin den *Höutjänin* im Jahre 1871 besuchte, bestimmte er die Höhe des Wasserspiegels zu 28 bis 30 Fuss über dem Spiegel des *Pühaselkä*. Der Spiegel des *Höutjänin* wäre also, im Ganzen, um 40 Fuss gesunken, und man berechnet die Wassermenge, die er dadurch verloren hat auf 2,800,000,000 Cub.-Meter.

Bald nach dem Durchbruche begann der Spiegel des *Pühaselkä* und des *Saima* zu steigen. Das Städtchen *Jöensu* blieb von der Ueberschwemmung zwar verschont, aber die Niederungen in seiner Umgebung standen unter Wasser. Der bei der Stadt ausmündende *Pjelisfluss*, staute sich auf, so dass das Wasserrad der an ihm befindlichen Sägemühle bei *Utra* stehen blieb, weil die Strömung aufgehört hatte. Im weiteren Vordringen nach Süd, vertheilte sich das Wasser im Saima und dessen vielen Buchten und Fjorden, und stieg hier nur wenig über den gewöhnlichen Stand. Bei *Nyslott*, wo der obere *Saima* durch ein schmales Felsenthor in den untern See abfliesst, war das Wasser nach dem Durchbruche um 2 Fuss gestiegen; bei *Willmanstrand*, nur um 1 Fuss.

Als ich am 15. August neuen Styls, 1859, von *Willmanstrand*, auf dem, vom Dampfer *Ahti* bugsirten Tender *Wellamo*, an die Stromschnelle bei *Nyslott* gelangte, war der Ahti, unerachtet seiner 50 Pferdekraft, nicht im Stande den Tender gegen die heftige Strömung hindurchzubringen. Das starke Bugsirtau, an das der Tender befestigt war, spannte sich, als wir mitten in der Rapide waren, horizontal aus, und zerriss gleich darauf. Der befreite Dampfer ging nun langsam flussaufwärts und der Tender wurde hinabgetrieben, und wäre

unfehlbar an einer vorliegenden Schäre gestrandet, wenn ihm herbeieilende Schiffer, vom Ufer her nicht ein Seil zugeworfen hätten, an welchem der Tender an das linke Ufer gezogen werden konnte.

Die ersten Nachrichten über Verwüstungen, die der *Höutjänin* durch Ueberschwemmung und durch Wegspülung eines Theils des ihn vom *Pühaselkä* trennenden Isthmus, angerichtet haben sollte, waren sehr übertrieben. Sie erschienen in der Helsingforser Allgemeinen und in der Wiborger Zeitung, und wurden später durch officielle Untersuchungen und durch die Erhebungen eines privaten Augenzeugen zurechtgestellt, der sich zu diesem Zwecke von *Wiborg* nach *Jöensu* und an den Höutjänin begeben hatte, und dessen gedruckter Bericht mir in deutscher Uebersetzung vorliegt. Diesem Berichte, wie den officiellen Berichten, habe ich die meisten, der oben angeführten Thatsachen entnommen. Andere entnahm ich dem Werke des Fürsten Krapotkin, das 1876 in den Sapiski Imperatorskaho Russkaho geographitscheskaho Obschtschestwa erschien, Band VII, St. Petersburg — und meinem Tagebuche vom Jahre 1871, in welchem ich mit dem ebengenannten Verfasser *Jöensu* und den *Höutjänin* besuchte.

Ueber die geologische Beschaffenheit des durchrissenen Isthmus, der Ufer des *Höutjänin*, und über das Ereigniss des Durchbruchs, hat der Director des Bergwesens in Finnland, der Geolog Herr Thoreld, einen detaillirten, sehr lehrreichen Bericht bekannt gemacht im 8. Hefte des: Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik, Helsingfors 1863, unter dem Titel: Bidrag till kännedomen om sandåsbildningen i Finland. Der Fürst Krapotkin kannte diese Arbeit nicht und verwandte, 1871, fünf Tage auf die Untersuchungen am *Höutjänin* und am *Pühaselkä*, vervollständigte an einigen Stellen Thoreld's Beobachtungen und glaubt sogar dieselben hie und da berichtigt zu haben, namentlich in Beziehung auf die Gruppirung der einzelnen Glacial- und Alluviallager, die an beiden Ufern des neugebildeten Flusses, durch den Durchbruch des Isthmus, aufgeschlossen worden sind, und die ich 1871 ebenfalls an Ort und Stelle zu beobachten Gelegenheit hatte.

Am 16. Juni 1871 besuchte ich, von *Jöensu* aus, zuerst das neugebildete Flussthal, und am 17. den Ausfluss des See's. In der kurzen Zeit konnte ich mich nur im Allgemeinen mit den Verhältnissen bekannt machen, und verweise auf die detaillirten Beschreibungen in den Schriften Thoreld's und Krapotkin's.

4.

Nach d. Nat. gez. G. Helmersen. Auf Stein gez. P. Borel.

Imatra.
1827.

22.

Kassispöh bei Palms.

49.

Mustelpank auf Oesel.

37.

Sotaga in Estland.

47.



Jgopank auf Mohn.

Auf Stein gez. v. Borel.

Lith. Anst. v. C. Castelli.

Tischer bei Reval.

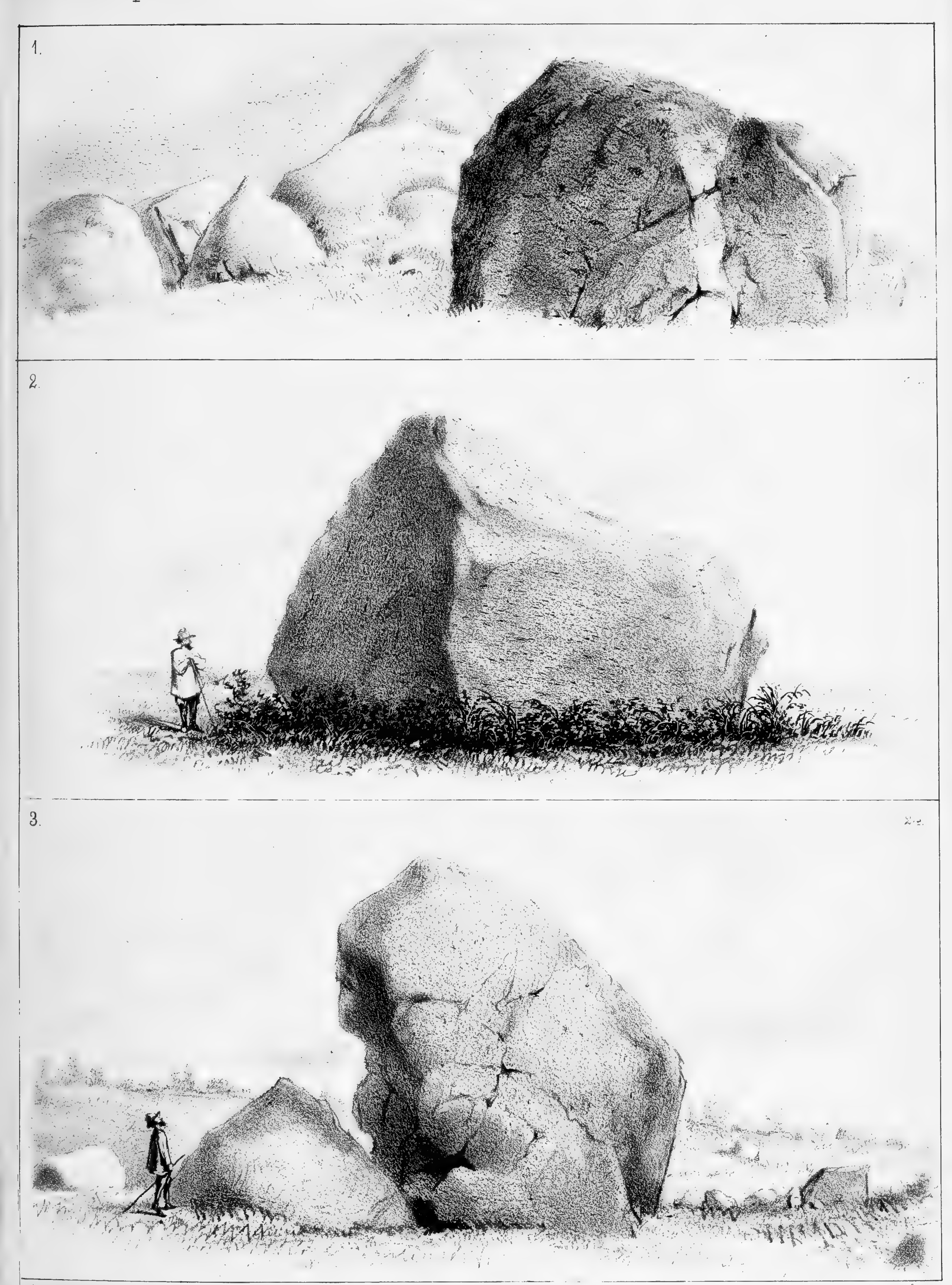
29.

23

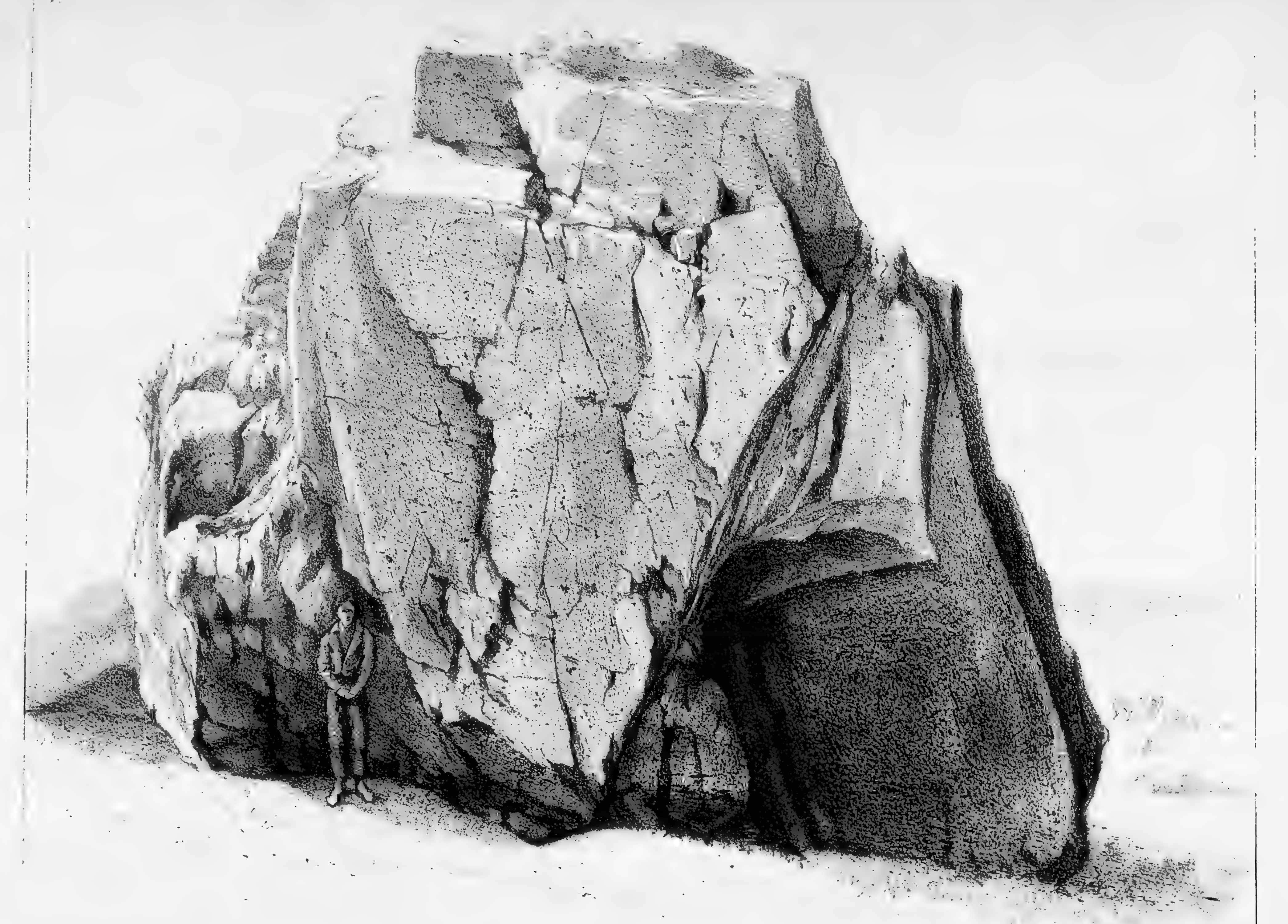
Nach d. Nat. gez. G. v. Helmersen.

Auf Stein gez. P. Borel

Tammispäh.



1. Park in Palms. 2. Petrowczky bei Kaporje. 3. Wainopäh



28. Tilka bei Reval.

Lith. C. de Castelli

Auf Stein gez.

30.

33.

26.

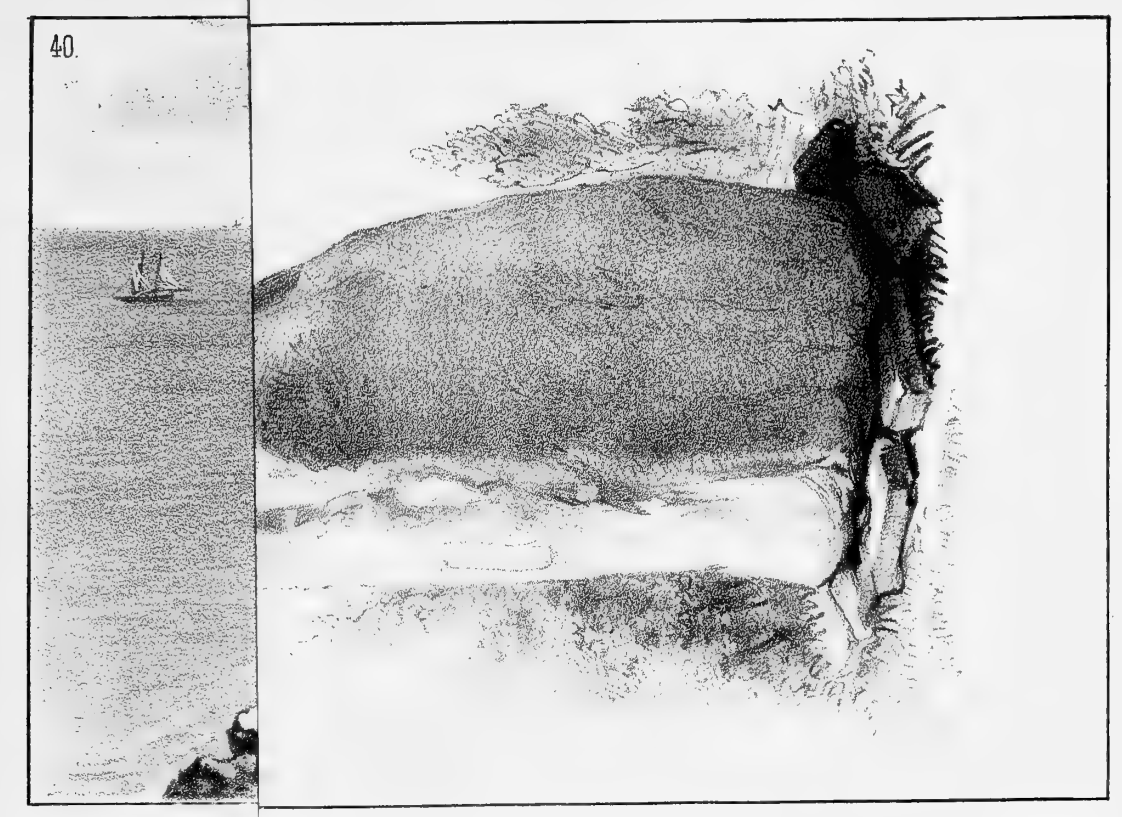
50.

Nach d. Nat. gez. G. Helmersen

26. bei [illegible] 30. bei [illegible] 33. bei [illegible] auf Dago. 50. bei [illegible] auf Dago.

Auf St. [illegible] F. Bo[illegible]

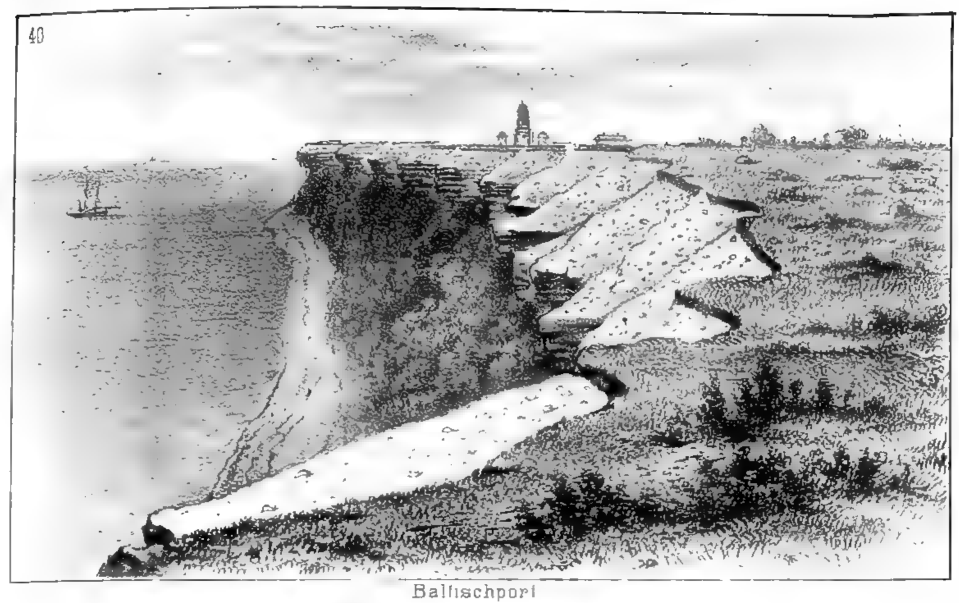
40.



Essern, Curland.

Nach d. Nat. gez. G. Helmersen.

Auf Stein gez. P. Borel.



Baltischport



Essern, Curland

31

Nach d Nat gez G. Helmersen

Kertel auf der Insel Dago

Lith Anst C de Castell

Auf Stein gez P. Borel

Ouvrages géologiques et physico-géographiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. II, № 7. **Grünewaldt, M. v.** Beiträge zur Kenntniss der sedimentären Gebirgsformationen in den Berghauptmannschaften Jekatherinburg, Slatoust und Kuschwa, sowie den angrenzenden Gegenden des Ural. 1860. Mit 6 lith. Taf. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.

T. III, № 6. **Helmersen, G. v.** Das Olonezer Bergrevier geologisch untersucht in den Jahren 1856, 1857, 1858 und 1859. 1860. Mit 1 Karte. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 9. **Helmersen, G. v.** Die in Angriff genommenen Steinkohlenlager des Gouvernements Tula. 1860. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. IV, № 10. **Abich, H.** Sur la structure et la géologie du Daghestan. 1862. Avec 2 pl. lith. sur une feuille, et 2 dessins dans le texte. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

T. V, № 3. **Lenz, R.** Untersuchung einer unregelmässigen Vertheilung des Erdmagnetismus im nördlichen Theile des Finnischen Meerbusens. 1862. Mit 3 Karten. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. VI, № 5. **Abich, H.** Ueber eine im Caspischen Meere erschienene Insel nebst Beiträgen zur Kenntniss der Schlammvulkane der Caspischen Region. 1863. Mit 4 lith. Taf. Pr. 1 R. 80 K. = 6 Mk.

T. VII, № 1. **Ruprecht, F. J.** Barometrische Höhenbestimmungen im Caucasus, ausgeführt in den Jahren 1860 und 1861 für pflanzengeographische Zwecke, nebst Betrachtungen über die obere Gränze der Culturpflanzen. 1863. Pr. 1 R. 5 K. = 3 Mk. 50 Pf.

T. VIII, № 6. **Struve, H.** Ueber den Salzgehalt der Ostsee. 1864. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 11. **Struve, H.** Die artesischen Wasser und untersilurischen Thone zu St. Petersburg, eine chemisch-geologische Untersuchung. 1865. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. IX, № 4. **Abich, H.** Einleitende Grundzüge der Geologie der Halbinseln Kertsch und Taman. Mit 3 lith. Taf. 1865. Pr. 1 R. 30 K. = 4 Mk. 40 Pf.

T. XI, № 12. **Helmersen, G. v.** Das Vorkommen und die Entstehung der Riesenkessel in Finnland. 1867. Mit 3 lith. Taf. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 15. **Lenz, R.** Ueber den Zusammenhang zwischen Dichtigkeit und Salzgehalt des Seewassers. Ein Beitrag zur physischen Geographie des Meeres. 1868. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XIV, № 7. **Helmersen, G. v.** Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands. 1869. Mit 10 lith. Taf. Pr. 2 R. = 6 Mk. 70 Pf.

№ 9. **Middendorff, Dr. A. Th. v.** Die Barabà. 1870. Mit 1 lith. Karte. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XVI, № 3. **Lenz, R.** Unsere Kenntnisse über den früheren Lauf des Amu-Darja. 1870. Mit 2 lith. Karten Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

T. XVIII, № 1. **Schmidt, Fr.** Wissenschaftliche Resultate der zur Aufsuchung eines angekündigten Mammuthcadavers von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften an den unteren Jenissei ausgesandten Expedition. 1872. Mit 1 Karte und 5 lith. Taf. Abbildungen. Pr. 2 R. = 6 Mk. 70 Pf.

T. XX, № 4. **Schmidt, C.** Hydrologische Untersuchungen. V. Die Seeen der «Bittersalzlinie» (Gorkaja Linja) von Omsk bis Petropawlowsk und der «Sibirischen Kosakenlinie» von Petropawlowsk bis Präsnowskaja. 1873. Mit 1 Karte. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXI, № 3. **Schrenck, L. v.** Strömungsverhältnisse im Ochotskischen und Japanischen Meere und in den zunächst angrenzenden Gewässern. Nach Temperaturbeobachtungen auf russischen Kriegsschiffen. 1873. Mit 2 Karten und 10 Diagramm-Taf. Pr. 1 R. 75 K. = 5 Mk. 80 Pf.

T. XXV, № 3. **Schmidt, Dr. C., u. Dohrandt, F.** Wassermenge und Suspensionsschlamm des Amu-Darja in seinem Unterlaufe. 1877. Avec 1 planche. Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

T. XXVII, № 12. **Abich, H.** Ein Cyclus fundamentaler barometrischer Höhenbestimmungen auf dem armenischen Hochlande. 1880. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XXIX, № 1. **Middendorff, A. v.** Einblikke in das Ferghana-Thal. Mit 9 Tafeln. Nebst chemischer Untersuchung der Bodenbestandtheile von C. Schmidt. 1881. Pr. 5 R. 30 K. = 17 Mk. 65 Pf.

T. XXIX, № 4. **Lenz, R.** Ueber die thermische Ausdehnung des Meerwassers. Aus den Beobachtungen des Herrn Res'zow berechnet. 1881. Pr. 25 Kop. = 80 Pf.

T. XXX, № 3. **Wild, H.** Das magnetische Ungewitter vom 30. Januar bis 1. Februar (n. St.) 1881. Mit 5 Curven-Tafeln. 1882. Pr. 60 K. = 2 Mk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Mai, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
TOME XXX, N° 6.

STUDIEN

ÜBER DIE

FOSSILEN REPTILIEN RUSSLANDS.

VON

W. Kiprijanoff.

II. THEIL.

GATTUNG PLESIOSAURUS CONYBEARE

AUS DEM SEWERISCHEN SANDSTEIN ODER OSTEOLITH DER KREIDEGRUPPE.

Mit 19 Tafeln.

(Lu le 31 Octobre 1879.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 2 R. = 6 Mk. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
Tome XXX, N° 6.

STUDIEN
ÜBER DIE
FOSSILEN REPTILIEN RUSSLANDS.

VON
W. Kiprijanoff.

II. THEIL.
GATTUNG PLESIOSAURUS CONYBEARE
AUS DEM SEWERISCHEN SANDSTEIN ODER OSTEOLITH DER KREIDEGRUPPE.

Mit 19 Tafeln.

(Lu le 31 Octobre 1879.)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 2 R. = 6 Mk. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Mai 1882. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Inhalt.

Gattung Plesiosaurus Conybeare.

So viel bis jetzt bekannt ist, haben diese Thiere von der Zeit der Triasbildung bis zu Ende der Kreideperiode gelebt, wenn man die Angabe W. Hisinger's (vergl. Bronn. Jahrbuch 1835. pag. 675), dass er ein Plesiosaurus-Skelet im Alluvialboden gefunden habe, nicht berücksichtigt.

Der **Schädel** dieser Thiere ist im Allgemeinen crocodilähnlich, aber in Beziehung zu ihrer Grösse bedeutend kleiner und weniger fest. Die Zähne sind zahlreich, conisch, von verschiedener Grösse und von veränderlicher Form, längsgefurcht und sitzen in distincten Alveolen der Kieferknochen. Die Wirbel mit den nur wenig gebogenen Gelenkflächen sind, besonders die Halswirbel, sehr zahlreich. Das Kreuzbein (os sacrum) erscheint als aus 2 Wirbeln bestehend, die Gliedmaassen oder Flossen sind kurz und waren, wie beim Ichthyosaurus, nur zum Schwimmen geeignet, weshalb sie das Aussehen von Schaufeln oder Rudern hatten. Die Oberarm- (Humerus) und Oberschenkelknochen (Femur) waren breit und flach. Die Vorderarm- und Unterschenkelknochen sind kurz und gleichfalls flach. Im *Carpus* und *Metacarpus* und im *Tarsus* und *Metatarsus* befinden sich in der ersten Reihe 3, in den entfernten Reihen bis 5 Knochen. In den vorderen und hinteren Flossen zählt man zu 5 Fingerreihen, von denen jede aus einer grossen Anzahl von Phalangen besteht. Der Schwanz des Plesiosaurus war viel kürzer, als der des Ichthyosaurus, ja man muss selbst annehmen, dass er mit keiner bedeutenden Schwanzflosse ausgerüstet war. Da der Plesiosaurus einen langen biegsamen Hals hatte, so war er der besonderen Beihilfe des Schwanzes nicht benöthigt, um übermässige Bewegungen mit dem Kopfe zu vermeiden. Dabei muss man aber dessen eingedenk sein, dass bei allen Arten des Plesiosaurus die letzten Schwanzwirbel in der Richtung der Horizontalachse einigermaassen comprimirt erscheinen, sowol in ihrer Nervenhöhle, als auch im Wirbelkörper selbst. Nach Analogie mit den Cetaceen weist eine solche Compression der letzten Schwanzwirbel auf eine Entwicklung der äusseren Bedeckung, nicht aber in horizontaler, sondern

in verticaler Richtung hin, was uns wieder die Annahme einer Schwanzflosse beim Plesiosaurus aufdrängt, und zwar um so mehr, als bei diesen Thieren nur Bewegungen des Halses nach rechts und links vollkommen frei, dagegen in verticaler Richtung durch die Dornfortsätze der Halswirbel mehr oder weniger behindert waren, die Schwanzflosse ihnen aber dazu diente, sowohl an die Oberfläche zu kommen, als in die Tiefe zu gehen.

Die Ueberreste der Plesiosauren aus dem Sewerischen oder Kurskischen Sandsteine, welche sich in meiner Sammlung befinden, charakterisiren treffend die Unterschiede folgender 3 Species:

1. *Plesiosaurus Bernardi* Owen (vielleicht auch *Pl. pachyomus* Owen?).

2. *Plesiosaurus neocomiensis* Campiche.

3. *Plesiosaurus latispinus* Owen var. *Helmersenii* n. (und vielleicht auch *Plesiosaurus planus* Owen).

Ich zweifle nicht im mindesten daran, dass die im Petrow'schen Kreise des Saratowschen Gouvernements beim Kirchdorfe Sserdoba gefundenen Ueberreste eines Plesiosaurus den Ueberresten dieses Thieres aus dem Kursk'schen Sandsteine ganz gleich sind (auch der Boden, in welchem dieselben an beiden Stellen eingebettet waren, widerspricht dem nicht) und dass jene diesen zur bedeutenden Ergänzung dienen. Dabei, obgleich keine vollkommene Gleichheit der Form der einzelnen Theile der russischen Plesiosaurus-Species mit dem *Plesiosaurus latispinus* Owen vorkommt (vergl. Pl. 7. 8. Sup. 11. Monogr. Cret. Sauropteryg. 1864), so findet man andererseits auch keine wesentlichen Unterschiede beider Species. Jedenfalls aber sieht man, wenn man beide vergleicht, einen bedeuten Grössenunterschied der Individuen, denen diese Theile gehörten, und deshalb unterscheide ich den russischen Plesiosaurus durch die besondere Bezeichnung: *Plesiosaurus Helmersenii.*

Allen Ueberresten des Plesiosaurus, welche ich untersucht habe, fehlen die Zähne und Kopfknochen. Ich besitze aber eine bedeutende Anzahl von ziemlich gut erhaltenen Wirbeln und Knochen der Gliedmaassen einiger Plesiosaurus-Arten, bei denen für mich besonders wichtig ist, dass sie mir die Möglichkeit bieten, aus dem grössten Theile derselben gute Objective zu mikroskopischen Beobachtungen des Knochengewebes dieser längst ausgestorbenen Thiere zu erhalten.

Auch das will ich nicht mit Stillschweigen übergehen, dass die Exemplare meiner Sammlung von Wirbelthieren meistentheils einzeln in Steinbrüchen gefunden wurden. Nur wenige derselben wurden zusammen eingebettet gefunden und bisweilen war auch erkennbar, dass die Wirbel einem und demselben Thiere gehörten. Dabei wurden aber nur in seltenen Ausnahmsfällen Ueberreste des Plesiosaurus mit solchen des Ichthyosaurus in einem und demselben Steinbruch gefunden; meistentheils waren sie, wenn auch in einer und derselben Schicht (was einige Exemplare des Plesiosaurus und Ichthyosaurus, welche in der Bodenmasse selbst eingeschlossen waren, deutlich erweisen), doch in besonderen Steinbrüchen, wenn sich dieselben mitunter auch nur wenige Werst von einander entfernt befanden, eingebettet (vergl. G. F. Jäger über Würtemb. Reptilien, 1856. pag. 960).

Bevor ich an die Beschreibung der verschiedenen Species in meiner Sammlung gehe, muss ich bemerken, dass die deutlicher ausgeprägten Eigenthümlichkeiten im Baue des Skelets des Plesiosaurus, wie es scheint, auf 2 Hauptformen derselben hinweisen, die einen deutlichen Unterschied der Thiere dieser Art darstellen, von denen die Thiere der einen Form einen sehr langen Hals und kleinen Kopf, die der andern einen kürzeren Hals und einen grösseren Kopf haben. Bei der ersten Form der Plesiosauren sind alle Theile des Skelets mehr verlängert, was zur Annahme berechtigt, dass sie weniger schwer waren; bei den Plesiosauren der zweiten Form hingegen sind alle Theile des Skelets verhältnissmässig dicker, weshalb sie wohl kürzer und schwerer waren.

Gleichfalls halte ich der Deutlichkeit wegen für nicht überflüssig in Betreff der Verbindung der Wirbel der Plesiosauren einige allgemeine Angaben vorauszuschicken. (Vergl. R. Owen, Descrip. of the Plesiosaurus macrocephalus Conybeare, Trans. Geol. Soc. Second Ser., Vol. V, pag. 515, Pl. 43—45 und R. Owen, foss. Rept. of the Liass. Formations, part. I. Sauropterygia, Palaeontsoc. 1865).

Der Körper des ersten Halswirbels, des Atlas, ist mit dem Körper des zweiten Halswirbels, des Epistropheus, bei den Plesiosauren immer fest verbunden, gleichsam zusammengeschweisst. Dann zeigen alle Halswirbel dieses Thieres schwach entwickelte Diapophysen oder Querfortsätze, ja oft nur Gelenkflächen zur Verbindung mit den Halsrippen, worauf schon Mr. Conybeare in seiner Beschreibung des Pl. dolichodeirus hinwies.

Deshalb, sagt R. Owen, kann man nicht annehmen, dass so schwach entwickelte Diapophysen zum Schutz irgend welcher wichtiger Gefässe oder Nerven dienen konnten.

Ueberhaupt zeichnen sich die Halswirbel der Plesiosauren häufig durch die festere Verbindung (Verlöthung) der Wirbelkörper oder Centra mit den Neurapophysen, d. h. den Wandungen des Nervenbogens (*lames tectrices* Cuvier), wie auch dadurch aus, dass die Wirbelkörper an den Seiten Eindrücke, welche den Halsrippen entsprechen, darbieten und sich in grösserer oder geringerer Entfernung von der Basis der Neuropophysen befinden, was vom Unterschiede der Species des Thieres, von der Grösse des Wirbels und von der Stelle, die er am Halse einnimmt, abhängt.

Auch die Dornfortsätze der Halswirbel verwachsen mit den Neuropophysen.

Die Form der den Rippen entsprechenden Gelenkflächen der Halswirbelkörper ist bei verschiedenen Species der Plesiosauren verschieden. Die Halswirbel werden vom Kopfe bis zum Rumpfe oder bis zur Halswurzel abwärts allmählig in ihrer ganzen Ausdehnung grösser, wobei aber bei den Plesiosauren, die einen längeren Hals haben, die Länge der Halswirbel sich verhältnissmässig zu ihrer Breite mehr verlängert, die Gelenkflächen für die Rippen nach und nach schmäler werden. Doch ist der Unterschied der Grösse der Endhalswirbel, d. i. derjenigen, welche entweder dem Kopfe oder dem Rumpfe am nächsten liegen, bei verschiedenen Species dieser Thiere verschieden.

Denjenigen Wirbel, an welchem die Rippengelenkfläche zuerst dem Wirbelkörper

nicht mehr anliegt, hält R. Owen mit Recht für den ersten Rückenwirbel und bemerkt, dass der Uebergang von den Hals- zu den Rückenwirbeln sich durch allmählig zunehmende Höhe der Rippengelenkflächen kennzeichnet.

Bei den Rückenwirbeln treten die Rippengelenkflächen als deutliche Querfortsätze (Diapophysen), die von der Basis der Neuropophysen beginnen, scharf hervor.

Ueberhaupt charakterisiren sich die Rückenwirbel durch eine schwache Verbindung (Verlöthung) der Wirbelkörper mit den Neurapophysen, d. i. mit den Verzweigungen des Nervenbogens (*lames tectrices* Cuvier) und durch grössere Entwicklung der oberen Querfortsätze (Diapophysen), welche hier allein die Stütze für die Rippen bilden. Deshalb treten diese Wirbelkörper ohne Bogen des Dornfortsatzes auf, und an ihren Seiten ist keine Spur von Rippengelenkflächen zu bemerken, der Kanal des Rückenmarks aber wird weiter sichtbar.

Die Dornfortsätze bleiben, wie es scheint, immer von den Neurapophysen im Vordertheile des Rückgrats getrennt, wie das R. Owen bemerkt.

Das Kreuzbein (*Os sacrum*) besteht aus zwei nicht verwachsenen Wirbeln. Diese Beckenwirbel folgen auf die Rückenwirbel und unterscheiden sich von ihnen durch weit festere, gerade und kurze Pleurapophysen (Rippen). Dabei nimmt aber die Breite dieser Pleurapophysen zu und sie erstrecken sich auf den Wirbelkörper selbst, was darauf hindeutet, dass sie zur Stütze der Hüftbeine oder zu deren Befestigung dienten.

Die das Rückenmark stützende Innenfläche der Kreuzbeinwirbel ist flacher, die Seitenwände des Markkanals werden durch dünnere Bogen gebildet. Eine vergleichende Betrachtung des Rückenmarkkanals zeigt, dass auch bei den Plesiosauren der Rückenmarkstrang (*chorda dorsalis*) da, wo von ihm, zur Vermittlung der Bewegungen der Extremitäten, die bedeutenderen Nerven abgingen, verdickt war. Auf einen solchen Nervenabgang weist die grössere Anzahl der Gefässöffnungen in den Körpern der Rücken- und Schwanzwirbel hin.

Die Schwanzwirbel sind im Vergleich mit ihrer Breite kürzer. Ihre Körper haben eine fast kubische Form, weil die Gelenkflächen sich vergrössern, eine viereckige Form annehmen, welche sich in der Querrichtung ausdehnt und abgerundete Ecken (Winkel) hat. Die Ränder der Gelenkflächen der Schwanzwirbelkörper sind nicht so hervortretend wie bei den Rückenwirbeln, sondern stumpfer, die Gelenkflächen der Schwanzwirbel sind mehr concav, als bei den Wirbeln der vorhergehenden Theile der Wirbelsäule, noch mehr bei zusammengedrückten Wirbeln des Schwanzendes.

Jeder Schwanzwirbelkörper zeigt an seiner oberen Seite die Sohle des Kanals und die Spuren der Befestigung der Bogen, die ihn seitlich begrenzen. Unterhalb letzterer, doch nur auf den oberen Schwanzwirbeln sieht man noch auf jeder Seite Concavitäten zur Aufnahme der Schwanzrippen. Die unterste Seite dieser Wirbelkörper aber zeigt nur eine geringe Ausbiegung ohne Spur einer Längsnarbe oder eines Kiels, welcher nur die Halswirbel charakterisirt.

An jeder Seite des vorderen und hinteren Randes eines Schwanzwirbelkörpers be-

merkt man Halbgelenkflächen besonderer Form, welche ähnlichen Oberflächen an dem angrenzenden Wirbel gegenüber liegen. Das sind die Verbindungsstellen für die Haemapophysen. Diese kamen aber nicht bis zum Ende des Schwanzes vor. Ihre letzte Spur ist am Rande der Gelenkfläche eines Wirbels des Schwanzendes und gegen dessen Ende gerichtet erkennbar.

Auf den Wirbeln aber, die das äusserste Ende des Schwanzes bilden, verschwinden auch diese haemapophysalen Abdrücke und die Wirbelkörper erhalten eine zusammengedrückte, im verticalen Durchmesser etwas ausgezogene Form.

An der unteren Seite der Wirbelkörper sind immer Oeffnungen für den Durchgang der Gefässe sichtbar. Solcher Oeffnungen kommen in den Halswirbeln zu 2, in den Rücken- und Schwanzwirbeln mehr, in den Endwirbeln des Schwanzes nicht weniger, eher mehr als vier vor, und die in den entfernteren Wirbeln befindlichen seitlichen Oeffnungen erheben sich bei Annäherung zur Basis der Neurapophysen immer mehr.

Die Körper der kleinen und ganz am Ende des Schwanzes befindlichen Wirbel bieten auf den Oberflächen ihrer gegenseitigen Verbindung tiefere Ausbuchtungen dar. Hierdurch wird die Masse der Zwischenwirbelknorpel vergrössert und hierdurch wieder die Bewegung des Schwanzes beim Schwimmen freier, doch, wie Owen meint, nicht mehr, als im Rückgrat der Fische.

1. Species. Plesiosaurus Bernardi Owen.

(Tafel I, II, III. Fig. 1, 2, 3 und Tafel XV.)

Dixon's Geolog. of Sussex. pag. 396. Pl. 40, 37, Fig. 8, 9, 15.
R. Owen. Monogr. foss. Rept. Cretac Format. Palaeont. Soc. 1851, pag. 60, Pl. 18.
R. Owen. Suppl. № 2. Cretac. Sauropterygia. Palaeont. Soc. 1864, pag. 7—11, Pl. 4 u. 5.

Die charakteristischen Kennzeichen dieser Species der Plesiosauren begründet R. Owen auf die Verschiedenheit der Wirbel und erklärt das dadurch, dass bei dieser Species die Gelenkflächen der Wirbelkörper mehr, als bei vielen Plesiosauren eingebogen sind und dass in der Mitte dieser Einbiegung sich noch eine centrale Vertiefung befindet. Uebrigens sind in letzterer Beziehung, wie R. Owen selbst sagt, die Wirbel des Pl. Bernardi den Wirbeln des Pl. pachyomus ähnlich, an denen man auch eine solche centrale Vertiefung sieht. Im Umfange sind die Gelenkflächen der Wirbelkörper sowohl bei Pl. Bernardi, als auch bei Pl. pachyomus auf eine bedeutende Strecke beschnitten und zeigen breite, abgestumpfte Ränder *cp* und *ca*. Eine solche Convexität bemerkt man von der Seite des Wirbels.

Die Seiten der Wirbelkörper sind etwas eingebogen. Die Oeffnungen *vv* zum Durchgange der Venen befinden sich in Vertiefungen an der untern Seite der Halswirbel und sind von einander durch eine crista getrennt. Wenn man sich an die Veränderlichkeit der Form

der Wirbel nach der Länge des Rückgrats bei allen Plesiosaurus-Species erinnert, so sind die angegebenen Unterschiede der Wirbelkörper des Pl. pachyomus bei einer einmaligen Betrachtung der Exemplare weniger anschaulich. Gewiss ist aber, dass uns einige Besonderheiten auffallen, wenn man die betreffenden Maasse der Wirbelkörper beim Uebergange ihrer Halswirbel zu den Rückenwirbeln vergleicht. Ist ein solches Kennzeichen aber ein specielles? (die Species charakterisirendes).

Daher beschränke ich mich darauf, dass dem Pl. pachyomus eine besondere Form des humerus charakteristisch ist, indem dessen oberer Theil ungewöhnlich dick ist, der übrige Theil, obwohl flach, doch am entfernten Ende eine Dicke bis $1\frac{1}{2}''$ hat (vergl. R. Owen Monogr. foss. Rept. Cret. Format. Palaeont. Society, 1851, pag. 64, Pl. 20, 21).

Ich benutze diese letzte Hinweisung, um die Möglichkeit zu haben, den Knochen, welcher auf der Taf. V Fig. 2 dargestellt ist und welchen ich für die Speiche (Radius) der rechten Flosse des Pl. pachyomus Owen halte, näher zu bestimmen.

Aaf Tafel I sind die Halswirbel in natürlicher Grösse dargestellt, welche den oben angegebenen Charakter des Pl. Bernardi deutlich kennzeichnen.

Alle diese Wirbel stellen eine vollkommene Verknöcherung der Neurapophysen, Pleurapophysen und Dornfortsätze, wie auch ihre feste Verwachsung mit dem Wirbelkörper und der Neurapophysen mit den Dornfortsätzen dar; deshalb kann man nicht umhin anzunehmen, dass diese Wirbel Thieren angehörten, bei denen diese Theile schon eine vollkommene Verknöcherung erreicht hatten.

Wenn wir annehmen — und dem widerspricht auch die Anordnung der Wirbeltheile nicht — dass die Wirbel Fig. 1, 3 und 4 dem Halse eines und desselben Thieres angehörten, so nahm von ihnen der Wirbel Fig. 4 die erste Stelle ein, auf ihn konnte, nach einem oder zwei Wirbeln, der 3. Wirbel folgen und endlich nach mehreren Wirbeln befand sich wohl der Wirbel Fig. 1.

Der Wirbel Fig. 2 zeigt nach der Anordnung seiner Theile, dass seine Stelle in der Reihe der Halswirbel, wenn nicht eine an den 2. Wirbel angrenzende, doch ihm sehr nahe gewesen sein musste und auf Grundlage dessen, dass die Thiere einer und derselben Species von verschiedener Grösse angetroffen werden, an ihren Knochen aber sich vollkommene Verknöcherung zeigt, muss man annehmen, dass diese Thiere auch nach bedeutender Verknöcherung ihrer Halswirbel noch lange fortwuchsen, weil die Länge ihres Halses selbst eine sehr frühe Festigkeit seiner harten (knochigen) Theile erforderte.

Diese Wirbel zeigen, wie man auf der Zeichnung Lit. *D* sieht, dass ihre freien (d. i. Nichtgelenk-) Flächen oder ihre Seiten nicht flach sind, sondern dass zwischen der Basis der Neurapophysen und Pleurapophysen eine Längeserhöhung oder ein Kiel sich erstreckt, welcher, an beiden Enden breiter werdend, mit dem etwas erhabenen Rande der Gelenkflächen der Wirbelkörper zusammenfliesst und dass der ganze nicht beschädigte Theil der Seiten des Wirbelkörpers glatt ist.

Am Umfange der Gelenkfläche erstreckt sich eine bedeutende Wulst, auf der Ober-

fläche der Gelenkseite aber bemerkt man schwache concentrische Vertiefungen. Die Postzygapophysen (*z'*) erheben sich etwas über die Prezygapophysen (*z*), die Neurapophysen aber an der äusseren Oberfläche bilden einen abschüssigen Kiel oder eine Erhebung, die sich fast vom untern Ende der hinteren Ecke an bis zur äusseren Seite der Prezygapophysen (*z*) Fig. 3. 4 *D* und *D* erstreckt.

Die Gelenkflächen der Wirbelkörper sind bedeutend vertieft und in der Mitte noch tassenförmig eingedrückt und am Boden sind hier kleine rundliche Warzen *c* sichtbar (Fig. 3 *B'* und Fig. 5).

Zu Allem dem, was oben von den Halswirbeln gesagt worden ist, kann noch hinzugefügt werden, dass auf Fig. 1, Zeichnung *B* an der zum Kopfe gekehrten Oberfläche des Wirbelkörpers ein schräger Rand zu sehen ist. Auf Zeichnung *C* ist die untere Seite desselben Wirbelkörpers sichtbar und die Oeffnungen (*foramina*) für die durchtretenden Venen liegen in bedeutenden Vertiefungen und sind von einander durch einen seitlich zusammengedrückten Kiel getrennt, welcher, breiter werdend, sich bis zu den erhabenen Rändern der Gelenkflächen des Wirbelkörpers hinzieht.

Die Zeichnung *D* zeigt uns den seitlichen Theil desselben Wirbels, macht uns die Form der Halsrippe oder Pleurapophyse deutlich und zeigt, obwohl schwach, die Längserhöhung an der Seitenfläche des Wirbels. Fig. 2 Ansicht *B'* zeigt das Aussehen der hinteren Gelenkfläche und die Zeichnungen *C* und *D*, wie die andern Buchstaben zeigen dieselben Theile wie auf den früheren Zeichnungen an.

Auf der Zeichnung *D* Fig. 2 sieht man, dass auch die Längeserhöhung an der Seite des Wirbelkörpers nur sehr schwach angedeutet ist. Fig. 3 Zeichnung *B'* stellt die zum Rumpfe gekehrte Seite dar und *D* den Wirbelkörper von der Seite gesehen. Nach diesen Zeichnungen erkennt man deutlich, dass die Höhe des Nervenbogens mit dem Rückenfortsatz nur um $^1/_7$ grösser, als die Höhe des Wirbelkörpers selbst ist, dass der Dornfortsatz comprimirt und dünn, doch ziemlich breit und dass es unmöglich ist, über die eigentliche Form des Umrisses der Dornfortsätze (*pr*), Prezygapophysen (*z*) und Postzygapophysen (*z'*) zu urtheilen, weil ihre Ränder beschädigt sind; gleichwohl kann man nicht annehmen, dass die Pleurapophysen dieses Wirbels eben so verlängert waren, wie auf Pl. 18 Monogr. foss. Rept. Cretac. Format. R. Owen. Palaeont. 1851 angegeben ist. Auf der Zeichnung *D* sieht man, dass die Längserhöhung an der Seitenwand und der abschüssige Wulst an der Seite der Neurapophysen zu den Prezygapophysen (*z*) hin sehr deutlich sind. Fig. 4, Zeichnungen *B*, *C*, *D* weisen auf der unteren Seite des Wirbels (*D*) nicht 2, sondern 4 Oeffnungen für den Durchgang der Venen auf.

Ein Rückenwirbel des Pl. Bernardi ist in natürlicher Grösse auf Taf. 2 Fig. 1 *B* dargestellt mit seiner vorderen zum Kopfe gerichteten Seite, auf der Zeichnung *C* die untere und auf der Zeichnung *D* die Seitenflächen sichtbar. Zu dem früher von solchen Wirbeln Angeführten kann hier noch darauf hingewiesen werden, dass dieser Wirbel nach aller Wahrscheinlichkeit einem Subjecte von geringerer Grösse, als der Fig. 3 der vorhergehen-

den Tafel gehörte, dass an ihm schon eine vollkommene Verknöcherung und Verwachsung der Theile erkennbar ist, dass an den Gelenkflächen des Wirbelkörpers (Centrums), obgleich sie alle Kennzeichen der Wirbel des *Pl. Bernardi* haben, die Vertiefung doch schwächer als an den Halswirbeln ist. Die vordere oder zum Kopfe gewandte Gelenkfläche ist etwas breiter. An der unteren Seite (Abbildung *C*) des Wirbelkörpers sieht man eine Längswulst und zu jeder Seite derselben zu 2 Oeffnungen *v* für die durchgehenden Gefässe und Nerven, von denen die mittleren für die Venen in kaum merklichen Vertiefungen liegen, die äusseren aber den Durchgang des Nerven durch den unteren Rand der Basis der Pleurapophysen andeuten. Letztere convexe Gelenkfläche der Pleurapophysen hat eine eiförmige Gestalt, mit dem verdünnten Ende nach unten gekehrt. Auf der Zeichnung *B* ist der muthmaassliche Umriss der abgebrochenen Theile des Nervenbogens mit dem Dornfortsatze dargestellt. Fig. 2 *A* und *B* stellen ein abgebrochenes Stück des oberen Theiles des Rücken-Nervenbogens mit der unteren Hälfte des Dornfortsatzes (*pr*) dar, welcher vollkommen mit den Neurapophysen verwachsen, gleichsam zusammengelöthet ist. Zeichnung *A* stellt das erwähnte Bruchstück von der hinteren, Zeichnung *B* von der Seite dar. Dass dieser Theil zu den Rücken-, nicht aber zu den Halswirbeln gehört, wird schon durch die Lage der Pleurapophysen bewiesen. Fig. 3 *A* und *B* zeigt einen Theil des Rückgrats aus dem Schwanze, welcher 3 Wirbelkörper *c*, *c*, *c* enthält; Zeichnung *B* die Querseite des Bruchstücks zum Kopfe gewandt, die Bruchstelle des Wirbelkörpers *c* und den vollständigen Umriss des Nervenbogens *n*.

Ich nehme an: 1) dass diese Wirbel die eines Plesiosaurus sind, und zwar aus dem Grunde, dass die deutlich sichtbare Form sowohl der Wirbelkörper *c*, *c*, *c*, als auch der Neurapophysen (*np*) mit ihren Dornfortsätzen (*pr*) dies beweisen, besonders aber deswegen, weil an den Wirbelkörpern die Haemapophysen (*h*) sich befinden und 2) dass diese Wirbel namentlich Wirbel der Species *Plesiosaurus Bernardi* Owen sind, weil die Ränder der Gelenkflächen abgeschnitten sind, was die Streifen *ca* und *cp* zeigen.

Bei dem allem giebt das betrachtete Exemplar nur einen Begriff davon, dass die an ihm sichtbaren Wirbelkörper einander in natürlicher Ordnung folgen, zugleich aber sieht man, dass diese Wirbel eine grosse Zerstörung erlitten haben, theils durch den Druck des Bodens nach ihrer Einbettung, theils durch die Hammerschläge des Arbeiters, welcher dieses Exemplar zu Tage förderte. Die Spuren ersterer Zerstörung sind daraus sichtbar, dass die Nervenbogen nach rückwärts umgebogen, die Haemapophysen aus ihrer Lage verschoben sind, weshalb man nach Betrachtung dieses Exemplars keinen Schluss auf den wahren Abstand der Wirbel von einander machen kann. Was die Hammerschläge betrifft, so ist es nur einem glücklichen Zufalle zuzuschreiben, dass dieses Exemplar nicht direct unter dieselben gerieth. Wahrscheinlich hat der Hammer es nicht unmittelbar getroffen, so dass es, wenn auch als Bruchstück, für meine Sammlung und gegenwärtige Betrachtung erhalten wurde.

Tafel III, Fig. 1 stellt einen Wirbel dar, welcher nach seinem allgemeinen Charakter

deutlich zeigt, dass er der Wurzel oder dem Obertheile des Schwanzes angehört. Die geringe Vertiefung der Gelenkflächen dieses Wirbels und die unbedeutende Böschung seiner Ränder geben uns das vollkommene Recht, diesen Wirbel zur Species *Pl. pachyomus* Owen zu zählen, allein da ich ausser diesem Wirbel in meiner Sammlung keine andern Zeugen für das Vorkommen dieser Species im Sewerschen Osteolith besitze, so trage ich Bedenken, ihn von der bedeutenden Anzahl der in meinem Besitze befindlichen Wirbel des *Pl. Bernardi* Owen abzusondern.

Die Abbildungen Fig. 1 *B* und *B'* in natürlicher Grösse zeigen, erstere die zum Kopfe gerichtete, *B'* die hintere Seite des Wirbels. Diese Oberflächen sind rund, an der unteren Seite zeigen *h h* und *h' h'* die zur Verbindung mit den Haemapophysen bestimmten Gelenkflächen. Die Eindrücke geben dem Umrisse der hinteren Gelenkfläche *B'* ein einigermaassen polygonales Ansehn. Der Markkanal ist im Verhältniss zur Grösse des Wirbels klein. Die Neurapophysial-Bogen und die Dornfortsätze sind schwach, die Pleurapophysen gehen vom Centrum des Wirbels in horizontaler, ein wenig sich erhebender Richtung. Die untere Seite des Wirbels (Fig. 1 *C*) ist concav und in ihr sind 2 Oeffnungen für durchgehende Venen und zwischen ihnen eine schwache Längswulst sichtbar, an der Basis der Pleurapophysen aber noch 2 etwas grössere Oeffnungen zum Durchgang für die Nerven.

Fig. 2 und 3 stellen auch zwei Wirbelkörper in natürlicher Grösse dar, welche ich für die letzten Schwanzwirbel der Species *Pl. Bernardi* Owen halte, und zwar aus dem Grunde, weil die Gelenkflächen dieser Wirbel *B B* die charakteristische Form der genannten Species haben; ausserdem sind sie beim Wirbel Fig. 3 sehr vertieft, an den Seiten des Wirbels Fig. 2 *D* sieht man an der Basis der Neurapophysen die Durchgangs-Oeffnungen, welche meiner Meinung nach so gut die Wirbel der Unterhälfte des Schwanzes kennzeichnen. Die Gelenkflächen dieses Wirbels Fig. 2 *B* sind weniger vertieft, die Seiten (Fig. *A* und *C*) mehr ausgebogen und glatter.

Alle Abbildungen des *Pl. Bernardi* sind in natürlicher Grüsse dargestellt, weshalb ich nicht für nöthig erachte, dieselben noch durch Maassangaben unnütz zu compliciren, um so mehr, da man letztere nach den Abbildungen leicht bestimmen kann.

Den Knochen Tafel V Fig. 2 halte ich, wie ich schon erwähnt habe, für ein Speichenbein (*Radius*) der rechten Flosse des *Pl. pachyomus* Owen, namentlich aus dem Grunde, weil die Dicke dieses Knochens auf die Dicke des entfernten Endes des Oberarmbeins (*Humerus*) hinweist.

Die Zeichnungen sind in halber natürlicher Grösse ($^1/_2$) dieses Knochens entworfen. Abbildung *A* zeigt die untere Seite, *B* den inneren, etwas eingebogenen, zusammengedrückten und zum Ellenbogenbein (*Ulna*) gerichteten Rand, *C* das obere, *D* das untere Ende des Knochens. Beide Gelenkflächen sind etwas breiter, weshalb der Knochen in seinem mittleren Theile zusammengedrückt erscheint. Die äussere Seite ist ziemlich gerade und breiter als die Ulnarseite. Die ganze Oberfläche des Knochens ist etwas rauh und zeigt auf allen Seiten Vertiefungen und Eindrücke zur Befestigung der Bänder, die sie

mit andern Knochen der Flosse verbanden. Die Knochensubstanz ist grob und grosszellig. (Taf. XIX. Fig. 11 und 12).

2. Species. Plesiosaurus neocomiensis Campiche.

Tafel III, Fig. 4. Taf. IV. Taf. V, Fig. 3. 4. 6. Taf. VI, Fig. 1—4. Taf. IX. Fig. 3. Taf. XVI u. Taf. XIX, Fig. 1—3.)

F. J. Pictet et G. Campiche. Foss. du Terr. Cret. de St.-Croix pag. 42. Pl. 6. 4 Mater. pour la Palaeont Suisse 1858 — 60.

F. J. Pictet et Renevier. Plesios. gurgitis. Desc. Foss. du Terr. Aptien perte du Rhône de St.-Croix. pag. 5. Fig. 1. Pl. 1. Mater. pour la Palaeont. Suisse 1858.

H. v. Meyer. Saurier aus der Kreide-Gruppe in Deutschl. und Schweiz. Die Wirbel aus Neuchatel. p. 9—13. Taf. III. Palaeontographica Bd. VI. 1856 — 58.

R. Owen. Foss. Rept. Cretac. Form. Sup. № 2. Sauropterygia. Cervical and dorsal vert. humerus and femur. Palaeont. 1864.

F. J. Pictet und G. Campiche haben die Rückenwirbelkörper des Plesiosaurus aus dem Valanginien des unteren Neocom einer besonderen Species *Plesiosaurus neocomiensis* vindicirt, deren Charakteristik sie so geben:

Die Breite dieser Wirbelkörper übertrifft ihre Höhe nur wenig, so dass ihre Gelenkflächen einen mehr oder weniger elliptischen, etwas im Querdurchmesser verlängerten Umriss haben. Die Gelenkflächen dieser Wirbelkörper selbst aber sind schwach concav und haben in der Mitte eine unbedeutende, unregelmässige Erhöhung. Ihre Seiten sind, obwohl sanft geneigt, doch bedeutend concav, und betrachtet man den Wirbel von oben, so ist sein mittlerer Theil weit schmäler als die Gelenkflächen; die untere Seite des Wirbelkörpers ist minder concav. Die ganze Oberfläche dieser Wirbelkörper, mit Ausnahme der Gelenkflächen und anderer Theile, besteht aus feinzelliger Knochensubstanz und ist glatt. An der unteren Seite der Wirbel sieht man 2 Oeffnungen zum Durchgange für die Venen, in geringer Entfernung von einander und seitlich von ihnen mitunter noch eine solche kleinere Oeffnung. An der oberen Seite dieser Wirbelkörper sieht man 2 grosse, tiefe Ausbuchtungen, zur Vereinigung mit den Neurapophysen. Sie sind länglich und ihr Zwischenraum bildet den Boden des Rückenmarkkanals. Dieser Zwischenraum ist in der Mitte sehr eng, wird aber gegen seine Enden hin breiter. In Betreff der Charakteristik der Halswirbel des *Pl. neocomiensis* sagt F. J. Pictet, dass ein Querschnitt des Körpers mehr elliptisch, die Gruben der Neurapophysen tiefer sind und rundliche Vertiefungen bilden. Die Gelenkflächen der Pleurapophysen der Halswirbel sind, meint er, an den Seiten des Körpers höher gelagert, als solches an den (eigentlichen) Wirbeln der Schwanzwurzel (Coccygien) bemerkt wird[1]. Ferner, dass die Halswirbelkörper aus der mittlern Neocom-

1) Meine Betrachtungen zeigen, dass an den näher zum Rumpfe liegenden Halswirbeln einiger Species der Plesiosauren, unter ihnen auch des Pl. Helmersenii, die Gelenkflächen der Pleurapophysen sich bis zur untersten Seite des Wirbelkörpers senken.

Schichte, dem Hauterive-Mergel sehr oval, kurz sind, ihre Pleurapophysen an den Seiten liegen und ihre Neurapophysen einen vollkommenen Kanal bilden. In Betreff der sehr hohen Lagerung der Pleurapophysen sagt Pictet noch, dass diese Wirbel dem hinteren Wurzeltheile des Halses angehören mussten. Die Seiten dieser Wirbel sind etwas concav. An jeder Seite sieht man noch zu je einer kleinen Venen-Oeffnung. Der grösste Theil dieser Seitenflächen der Wirbel ist von den Gelenkvertiefungen der Pleurapophysen eingenommen, welche in senkrechter Richtung mehr ausgedehnt sind, eine ovale Form haben und sich mehr dem vorderen, als dem hinteren Rande nähern.

Die Ausbreitung dieser Oberflächen ist blos nach unten, etwas unterhalb der Mitte, bemerkbar, nach oben dagegen erheben sie sich weit mehr, nehmen die Basis der Neurapophysial-Bogen und ihre Wändchen, d. h. die Wände des Nervenbogens (*lames tectrices*), ja erheben sich bis zur mittleren Höhe des Markkanals. Eine solche merkwürdige Anordnung der Theile des Wirbels bezeichnet nach F. J. Pictet's Meinung einen Uebergang von der gewöhnlichen Form der Halswirbel, bei denen die Gelenkflächen der Pleurapophysen sich bloss auf dem Wirbelkörper befinden, zur Form der Rückenwirbel, bei welchen diese Flächen sich schon an den Neurapophysen befinden.

Den Rückenmarkkanal dieser Wirbel findet F. J. Pictet im Querschnitte dreieckig mit abgerundeten Ecken[1]). Ferner sagt Pictet, nachdem er diese Wirbel mit denen anderer Species, namentlich des *Pl. pachyomus* Owen, *Pl. Bernardi* Owen, *Pl. constrictus* Owen und *Pl. gurgitis* verglichen: «was den *Pl. gurgitis* aus dem Aptien, von dem nur ein Wirbel bekannt ist, betrifft, ist es schwer mit Bestimmtheit genaue Unterschiede dieser Species anzugeben».

Uebrigens wird von den Schriftstellern selbst die Bestimmung der Spec. *Pl. gurgitis* als eine nur vorläufige betrachtet, da sie bis jetzt nur auf einem Wirbel beruht, welchen man im gelben Mergel des unteren Aptien in der unter dem Namen «*la perte du Rhône*» bekannten Gegend gefunden hat.

Wenn dieser Wirbel des *Pl. gurgitis* ein Halswirbel ist, sagt F. J. Pictet, so zeigt er nicht die geringste Aehnlichkeit mit den schweizerischen neocomien'schen Wirbeln und gehört eher zum Typ des *Pl. constrictus* Owen; gehört er aber zu den Anfangswirbeln des Schwanzes, d. h. ist er einer der Coccygien, so besass Prof. Pictet kein Material zu einer eingehenden Vergleichung. Gleichwohl sagt er: «Dieser Wirbel muss zum Typus der schwächeren und verlängerten Wirbel gerechnet werden».

Ferner sagt Professor Pictet, dass man nach Untersuchung eines ganzen Plesiosaurus-Skelets eine gemeinsame Form der Wirbel, besonders einiger Theile derselben, im Allgemeinen bei allen Theilen der Wirbelsäule eine gewisse Gleichheit bemerkt, ja dass man eine charakteristische Analogie der Wirbel verschiedener Theile des Skelets erkennt. Das hat er dazu benutzt, um auf den schwachen Bau des längeren Typus des *Pl. gurgitis* hinzu-

1) Nach meiner Meinung ist dies ein Kennzeichen nicht der Hals- sondern der Schwanzwirbel.

weisen, dessen Wirbelkörper eine mehr unebene Oberfläche mit Längsfalten an den Seiten hat, dessen Gelenkflächen aber mehr eben sind, da sie in ihrer Mitte keinen erhabenen Höcker haben.

Die Wirbel aus dem Valanginien und dem Mergel von Hauterive sind dick, kurz, sehr glatt und haben keine erhabenen Falten, ihre Gelenkflächen aber sind sehr uneben und haben in ihrer Mitte einen kleinen Höcker. F. J. Pictet giebt zu, dass die neocomien'schen Meere in der Umgegend von St. Croix wenigstens 2 Species des Plesiosaurus ernährten, von denen die eine, die massive des *Pl. neocomiensis*, zur Zeit, als sich der neocomien'sche Boden, die Valanginien'sche Kreide und der Hauterivische Mergel bildeten, lebte, die andere dagegen, die mehr hagere, langgestreckte Species des *Pl. gurgitis* auf erstere folgte und in den Aptien'schen Meeren lebte.

R. Owen bemerkt in seiner Beschreibung der Wirbel der Species, die aus dem unteren grünen Sandstein bei Cambridge herstammen, dass das Centrum der Rückenwirbel zur Kennzeichnung der Species nur einen geringen Unterschied darbietet, nämlich den, der aus den neurapophysialen Gelenkflächen und aus den Eigenthümlichkeiten, die man an den Enden der Gelenkflächen des Wirbelkörpers findet, herstammt. Auch die aus grösserer oder geringerer Ausdehnung der Wirbelkörper des Rückgrats hervorgehenden Kennzeichen dienen nur wenig zu deren genauen Bestimmung. Diese letzteren Kennzeichen verändern nämlich bedeutend ihr proportionales Verhältniss in den Wirbelkörpern des Halses hinsichtlich ihrer Breite zu ihrer Höhe und Länge. R. Owen erkennt die von Dr. Campiche herrührenden Angaben über die Unterschiede der Rückenwirbel des *Pl. neocomiensis* für vollkmmen genau an.

Das Centrum dieser Wirbel des *Pl. neocomiensis* ist immer mehr breit als hoch, so dass ihre Gelenkflächen fast eine Ellipse bilden, die etwas in der Querrichtung ausgedehnt ist. Diese Form wird nach Dr. Campiche am besten als eine kreisförmige, deren oberer Theil etwas eingedrückt ist, bezeichnet.

Die Länge der Wirbel mit ihrer Höhe und Breite verglichen, ist merkbar geringer. Die Seiten des Wirbelkörpers sind allmählich doch bedeutend zusammengedrückt, die untere Seite viel weniger concav. An der oberen Seite sind 2 grosse zur Aufnahme der Neurapophysen bestimmte Vertiefungen, deren Länge $2\frac{1}{2}$ mal ihre Breite übertrifft, sichtbar.

Die Gelenkflächen des Wirbelkörpers sind ein wenig vertieft und haben in der Mitte eine bedeutende unregelmässige Erhöhung. R. Owen aber glaubt, dass die zitzenförmige Erhöhung in der Mitte der Gelenkflächen der Halswirbel des *Pl. neocomiensis*, wie auch andere charakteristische Verschiedenheiten derselben an den Rückenwirbeln, selbst eines und desselben Skelets, in geringerem Grade ausgesprochen sind. Es scheint, so viel ich verstehe, dass die warzenförmige Erhöhung im Centrum der Gelenkfläche nur an den kleineren Wirbeln bemerkt wird und daher vielleicht ein Kennzeichen des jungen Alters der Thiere, nicht aber des Species-Unterschieds ausmacht. An den Wirbeln von bedeutender

Grösse verschwindet nämlich diese Warze und statt ihrer zeigt sich nur eine geringe warzenförmige Erhöhung.

Die Halswirbel haben einen grössern Querdurchmesser ihrer Centra, als die Rückenwirbel, ihre Seiten sind weniger concav, haben an der untern Seite Vertiefungen und in diesen die Oeffnungen der verticalen Venendurchgänge durch einen Kiel von einander getrennt. Die neurapophysialen Eindrücke im Centrum sind breiter, als bei den Rückenwirbeln, sie haben eine dreieckige Form und eine dem Boden des Nervenkanals entsprechende, verhältnissmässig grössere Breite, als an den Rückenwirbeln. Die Gefässöffnungen dieses Theils sind mehr von einander entfernt. Die Gelenkflächen für die Rippen sind verhältnissmässig breiter, sehr deutlich, wenn auch nicht tief, haben eine querelliptische Form und befinden sich näher zur hintern, als zur vordern Seite des Wirbelkörpers. Die Endgelenkflächen des Wirbelkörpers selbst sind weniger vertieft, als bei Pl. Bernardi und ihre Ränder wohl auch etwas abgestumpft und convex, aber bei weitem nicht so dick oder angeschwollen, wie bei letztern. Besonders aber charakterisirt sie die zitzenartige Erhöhung in der Mitte der Vertiefung an den Gelenkflächen. Die untere Seite des Wirbelkörpers ist nicht stark sattelförmig ausgebogen, sondern der Länge nach nur schwach concav.

Von den Wirbeln aus dem blauen Hauterive-Mergel der Umgegend von Neuchatel, von Aug. v. Montmollin und L. Coulon dem Herrn von Meyer zur Bestimmung übersandt, gehörte vielleicht der Wirbel auf Taf. III, Fig. 4, 5 (Palaeont. Bd. VI) der Sp. Pl. neocomiensis an, doch wage ich nicht dies zu behaupten. — Hinsichtlich der Wirbel Fig. 1—3 und 6—9 auf derselben Tafel III (v. Meyer Bd. VI Palaeont.) gebe ich mit grösserer Ueberzeugung zu, dass sie mehr mit den Wirbeln der Species Pl. Helmersenii übereinstimmen, was bei der Beschreibung dieser letztern auseinander gesetzt werden wird. Dabei erlaube ich mir noch zu bemerken, dass ich vollkommen mit der Meinung des hochgeachteten Gelehrten Dr. von Meyer übereinstimme, dass diese Wirbel Fig. 1—3 und 6—9 Hals-, die Fig. 4 und 5 aber Rückenwirbel sind.

Alles, was von Pl. neocomiensis gesagt wurde, weist darauf hin, dass die Wirbel dieser Species in verschiedenen Theilen des Skelets die Veränderungen der Form, welche andern Species dieser Thiere eigen sind, annahmen, was ich schon bei Beginn der Untersuchungen des Baues ihres Skelets nachgewiesen habe. Als Haupt- oder mehr anschauliche Unterschiede der Wirbel der Species Pl. neocomiensis können folgende Kennzeichen angenommen werden:

1. Eine im Verhältniss zur Breite und Höhe ihrer Wirbelkörper geringere Länge derselben, bei bedeutender, obgleich allmähliger Compression der Seiten der Wirbel, wobei jedoch die untere Seite ebenso, wie bei andern Species des Plesiosaurus bedeutend weniger concav ist.

2. Eine verhältnissmässig grössere Breite der Gelenkflächen, vorzüglich im Querdurchmesser der Wirbelcentra.

3. Dass die Ränder der mehr oder weniger elliptischen Gelenkflächen der Wirbel-

centra, obgleich etwas erhaben, doch dabei bedeutend dünner als bei andern Species des Plesiosaurus sind.

4. Dass die Vertiefung an den Gelenkflächen der Wirbelcentra überhaupt eine geringere, als bei der Species Pl. Bernardi ist, aber in der Mitte dieser Vertiefung eine warzen- oder zitzenartige kleine Erhöhung bemerkt wird. Obgleich dieses Kennzeichen sehr augenfällig, ist es doch, wie es scheint, kein in allen Theilen der Wirbelsäule constantes und (gerade) seine Veränderlichkeit ist vielleicht ein Ausdruck des Altersunterschiedes der Thiere, nicht aber ein Kennzeichen der Species.

5. Die ganze Oberfläche der Wirbelcentra dieser Species, etwa mit Ausnahme der Gelenkflächen mit anderen Theilen der Wirbel, ist, wie es scheint, aus einer mehr feinzelligen Knochensubstanz mit glatter Oberfläche gebildet.

Auf Tafel IV, Fig. 1 und 2 sind Rückenwirbel des Pl. gurgitis (?) und Pl. neocomiensis Campiche aus dem Sewer'schem Osteolit des Kursk'schen Gouvernements dargestellt. Sie sind in natürlicher Grösse abgebildet und zeigen, dass sie Thieren von verschiedener Grösse angehörten. Die Zeichnungen *BB* zeigen die Ansicht der vordern oder zum Kopfe gerichtete Seite der Gelenkflächen, Zeichnungen *CC* die untere Seite des Wirbelkörpers und Zeichnung *D* Fig. 1 seine seitliche Ansicht.

Diese Zeichnungen stellen so genau alle oben erwähnten charakteristischen Kennzeichen, sowohl was die Besonderheiten der Species, als auch ihre Zugehörigkeit zum Rückentheile der Wirbelsäule betrifft, dar, dass ich es überflüssig finde weitere ergänzende Erklärungen zu machen, nur kann etwa noch bemerkt werden, dass die vordere Seite der Wirbelkörper, wie es scheint, breiter, als die hintere ist.

Zur Verdeutlichung der Grösse der schweizerischen Fossilien lege ich hier eine vergleichende Tabelle bei.

Grössenverhältnisse.

Benennungen der Theile.	Die grösst. schweizer. Wirbel des Pl. neocomiens. Camp. aus Valang. Boden № 1.	№ 2.	Der grösste Kursk'sche Wirbel Taf. IV, Fig. 1.
Länge	0,0460 m.	0,0470 m.	0,0650 m.
Höhe	0,0580	0,0600	0,0700
Horizontaler Durchmesser der Gelenkflächen.	0,0650	0,0660	0,0880
Horizontaler Durchmesser der Mitte des Wirbelkörpers	0,0520	0,0530	0,0700

	Kleiner Valangin-Wirbel des Pl. neocomiensis Campiche.	Kleiner Kursk. Wirbel Taf. IV, Fig. 2.
Länge	0,0370 m.	0,0480 m.
Höhe	0,0450	0,0500
Horizontaler Durchmesser der Gelenkflächen.	0,0440	0,0640
Horizontaler Durchmesser der Mitte des Wirbelkörpers	0,0400	0,0520

Auf Taf. III, Fig. 4*a*, *b*, *d* ist einer der Schwanzwirbel in natürlicher Grösse dargestellt; an demselben sind sehr deutlich die haemapophysialen Gelenkflächen *h* und *h'* und die pleurapophysialen Vertiefungen *pl*, welche eine rund-ovale Form haben und sich näher zur hintern Gelenkfläche befinden, zu erkennen. Der Nervenkanal *nn* ist in der Mitte sehr zusammengedrückt und die Neurapophysial-Eindrücke *np* sind sehr gross und verhältnissmässig tief, sie nehmen fast die ganze Länge des Wirbelcentrums ein.

Auf Taf. IV, Fig. 3*B*, *C*, *D* ist, auch in natürlicher Grösse, einer der dem Ende nahen Schwanz- (caudalen) Wirbel dargestellt. Zeichnung *B* giebt die Ansicht der vordern Gelenkfläche, Zeichnung *C* die der untern Seite des Wirbelkörpers und Zeichnung *D* die der Seite des Wirbels.

An diesem Wirbel muss man sowohl auf die Verschiedenheiten der Species, als auch auf die localen Verschiedenheiten seine Aufmerksamkeit richten, auf 1) den im Verhältniss zum queren oder horizontalen einigermassen bedeutenden verticalen Durchmesser des Wirbelkörpers, was bei dem Charakter der allgemeinen Ausdehnung der Rückenwirbel des Plesios. neocomiensis schon eine Andeutung auf eine merkliche Zusammendrückung der Endschwanzwirbel ist; 2) dass die vordere Gelenkfläche des Wirbelkörpes verhältnissmässig breiter als die hintere ist. Eine solche auch an den Rückenwirbeln bemerkbare Eigenthümlichkeit weist darauf hin, dass die Wirbel dieser Plesiosaurus-Species sich schneller verkleinerten, als vielleicht bei andern Species und endlich 3) auf die vergleichsweise bedeutende Grösse und dreieckige Begrenzung des Rückenmarkkanals, die dünnen neurapophysialen Bogen *np*, die an diesen Wirbeln durchaus nicht vorhandenen Pleurapophysen, die Verlängerung der Prezygapophysen (*z*), wie auch das Dickerwerden der seitlichen Venendurchgänge *v*, während dieselben *vv* an der untern Seite des Wirbelkörpers etwas verdünnt sind, weil alle diese Unterschiede deutlich die untern Schwanzwirbel charakterisiren. Dieser Wirbel hat folgende Maasse: Länge des Wirbelkörpers 0,0350 m., Breite seiner vordern Gelenkfläche 0,0470 m., Höhe derselben 0,0480 m., Breite am Boden des Rückenmarkkanals auf derselben Seite bis 0,0200 m., Höhe desselben bis 0,0180 m.

Diese Eigenthümlichkeit der Vergrösserung des Markkanals bei den Wirbeln, welche ich für solche aus dem untern Theile des Schwanzes halte, wird, wie wir später sehen werden, auch bei der Species Pl. Helmersenii bemerkt.

Auf Taf. V, Fig. 6*A*, *B*, *C*, *D* ist das Bruchstück eines Knochens abgebildet, welcher Aehnlichkeit mit dem obern Theile einer Rippe des Plesiosaurus und mit einem solchen Rippenstücke des Pl. neocomiensis aus dem mittlern neocomiensischen (Valanginienschen) Boden in der Schweiz hat (vergl. Mater. Palaeont. Suisse. Part. Pl. V. Fig. 3*a* und *b*).

Unser Knochenstück gehörte augenfällig einem grössern Individuum, als das schweizerische war, vielleicht ist es auch etwas flachgedrückt.

In seitlicher Richtung zeigt unser Exemplar eine doppelte Biegung. Die Gelenkfläche des obern Endes hat eine Vertiefung und ist an der untern Seite breiter, so dass sie einen unregelmässig elliptischen oder eiförmigen Umriss hat. Die grosse oder verticale Achse

dieser Ellipse hat 0,043 m., die kleine an der untern breitern Seite nur 0,030 m. Länge. Im Querschnitt zeigt die Rippe gleichfalls einen elliptischen Umriss, dessen grosse Achse 0,030 m., die kleine 0,018 m. beträgt. Die diesen 4 Ausmessungen entsprechenden Maasse der schweizer Rippe betragen: 30, 23, 19 und 15 mm.

Auf Taf. V, Fig. 3*a* und *b* ist der Humerus (Oberarm) und Fig. 4*a* und *b* das Femur (Oberschenkelbein) dargestellt.

Alle diese Zeichnungen sind in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse entworfen. Die Zeichnungen *a* und *a* geben die Ansicht der obern Seite dieser Knochen, die Zeichnungen *b* und *b* die ihrer zum Rumpfe gerichteten Seite. Diese beiden Knochen sind aus den rechten Flossen, gehörten aber vielleicht nicht einem Individuum an.

Ich rechne diese Knochen zur Species Pl. neocomiensis, sowohl deswegen, weil man sie mit Wirbelkörpern dieser Species beisammen gefunden hat, als auch wegen einiger Aehnlichkeit mit den auf Taf. VI, Fig. 13 und 12 abgebildeten Knochen (vergl. Supp. № 2 Cret. Sauropterygia R. Owen).

Nach der Zusammensetzung der Knochenmasse selbst kann man annehmen, dass dieselben Theile eines jungen Thieres sind. Beide von uns betrachtete Knochen, sowohl Humerus (Oberarm), als auch Femur (Oberschenkelbein), sind sehr feste Knochen. Sie haben einige Biegung zur untern Seite, so dass ihre obere Seite etwas convex und dabei ziemlich glatt ist.

Ueberhaupt ist der Oberarm merklich dicker, sein Stiel wird früher, als der des Oberschenkelbeins breiter, der auf eine grössere Strecke rund bleibt.

Das entfernte und bedeutend erweiterte Ende des Oberarms ist gut erhalten und zeigt viele bedeutende Eindrücke, welche zur Anheftung der Verbindungsmittel mit dem Speichen- und Ellenbogenbeine (Radius und Ulna) dienten.

An diesen beiden Knochen sind die Gelenkköpfe der obern oder nähern Enden abgerieben, doch kann man vermuthen, dass diese Theile wegen der Jugend des Thieres ihre vollkommene und definitive Entwicklung noch nicht erreicht haben.

Auf Taf. IX, Fig. 3*A* und *B* ist ein Knochen in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse abgebildet; seine ganze Länge beträgt 0,075 m., das breitere Ende hat 0,048 m., das andere 0,045 m.; die Dicke der Enden ist fast gleich 0,030 m. In seiner Mitte hat der Knochen eine starke Zusammenschnürung und hier eine Breite von 0,030 m., eine Dicke von nur 0,020 m. Beide Längesränder sind concav, doch der eine mehr als der andere.

Da dieser Knochen zusammen mit den Wirbeln und den oben erwähnten Knochen, dem Oberarm und Oberschenkelbeine des Pl. neocomiensis Campiche gefunden wurde, rechne ich ihn zu dieser Species der Plesiosauren und halte ihn seiner Form wegen für die Speiche (Radius) dieses Thieres.

Das mehr erweiterte Ende dieses Knochens stellt das obere Ende dar, sein weniger concaver Rand entsprach dem vordern Rande der Flosse, während die mehr concave Seite zum Ellenbogenbeine gewandt war. Dieser Knochen ist ausserordentlich fest, sein Gewebe

dicht, seine Oberfläche glatt, obwohl man an ihr schwache Vertiefungen zur Anheftung der Verbindungsmittel mit andern Knochen wahrnimmt. Der Bau dieses Knochens ist mehr dem der Wirbel des Pl. neocomiensis analog. —

Dieser Knochen hat in seiner Form eine grössere Aehnlichkeit mit demselben Knochen des Pl. rugosus Owen und die Wirbel des Pl. neocomiensis haben in ihrem allgemeinen Umrisse Aehnlichkeit mit denen des Pl. rugosus. Alles dies bestätigt die Annahme F. J. Pictets über die Festigkeit des Baues des dem Pl. rugosus ähnlichen Pl. neocomiensis. R. Owen sagt, dass die Dimensionen des Pl. rugosus beweisen, dass er, wie Pl. dolichodeirus Conybeare und Pl. Hawkinsii Owen, zu der Abtheilung gehört, welche sich durch ihre mittlern nicht so langen Dimensionen, wie die des Pl. homolo spondylus Owen und dass sie nicht so kurz wie der. Pl. rostratus Owen ist, kennzeichnet (vergl. Foss. Rept. Liass. Form. Prt. I, Owen p. 34. 35).

Zur Species Pl. neocomiensis rechne ich die Wirbel, welche in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse auf Taf. VI Fig. 1. 2. 3 abgebildet sind, dem Museum der St. Petersb. Academie der Wissenschaften gehören und im grünen Sandstein im Petrovschen Kreise des Saratovschen Gouvernements beim Kirch-Dorfe Serdoba gefunden wurden. Der 1 und 2-te von diesen Wirbeln sind Rückenwirbel und gehörten 2 Thieren verschiedener Grösse an, der 3-te aber ist ein Schwanzwirbel, der seiner Grösse nach demselben Thiere gehören konnte, welchem der Wirbel Fig. 1 gehörte. Die charakteristischen Kennzeichen dieser Wirbel sind auf den Zeichnungen deutlich. Doch muss ich zugeben, dass dadurch der Wirbel Fig. I ein Rückenwirbel einer ganz andern Species, vielleicht sogar des Pl. Helmersenii sein konnte.

3. Species. Plesiosaurus Helmersenii. n.

Tafel V Fig. 1. 5., Tafel VI Fig. 5., Tafel VII., Tafel VIII Fig. 1. 2. 3., Tafel IX Fig. 1. 2. 4., Tafel X, XI, XII, XIII, XIV, XVII und XVIII.

R. Owen. Pl. latispinus. Supp. N. 2. Cret. Sauropterygia. Palaeont. Soc. 1864 p. 14—18. Pl. VII, VIII, IX.

H. v. Meyer. Palaeont. Bd. VI. 1856—58. Saurier aus d. Kreide Gruppe. Halswirbel Pl. III Fig. 1—3 und Fig. 6—9, pag. 9—13.

Von den Theilen des Skelet's dieser Plesiosaurus-Species, welche man im Sewerschen Osteolith oder Kursk'schen Sandsteine (Samorod) gefunden hat, sind im Steinbruche beim Dorfe Pasashkowo 4 grosse Wirbel gefunden worden, von denen 2 Rückenwirbel sind. Tafel VII Fig. 1. 2., einer aus dem Vordertheile des Halses Taf. VIII Fig. 1. und einer aus dem Schwanze Tafel VII Fig. 3. —

Mit diesen Wirbeln zusammen befanden sich: 2 Oberschenkelbeine (Femur). Tafel IX Fig. 1 und 2 und ein Phalangen-Knochen Fig. 4. Ein Rückenwirbel Tafel VII Fig. 1. und

beide Oberschenkelbeine Tafel IX Fig. 1. 2 gehörten wahrscheinlich alle demselben Plesiosaurus von riesenhafter Grösse an. —

Unter den Theilen des Skelets der Species Pl. Helmersenii, die im grünen Sandstein im Petrov'schen Kreise des Saratov'schen Gouvernements beim Kirch-Dorfe Serdoba gefunden wurden (welche dem Museum der St. Peterb. Akademie der Wissenschaften gehören), finden sich, wenn ich auch die Bruchstücke rechne: 5 Hals-, 4 Rücken- und 4 Schwanzwirbel, ein Oberarm (Humerus) der linken Flosse und ein Wadenbein (Fibula) der hintern rechten Flosse. Taf. XIV.

Alle diese Knochen gehörten sehr wahrscheinlich einem riesenhaften Plesiosaurus und auf Grundlage alles früher Gesagten habe ich die Möglichkeit zu zeigen, das alle aufgezählten Theile des riesenhaften Thieres nicht nur Thieren einer Species, sondern auch reifen Alters und fast gleicher riesenhafter Grösse gehörten und dabei hinreichende Gründe zur Bestimmung einer besondern Species, namentlich des *Plesiosaurus Helmersenii* anzuführen.—

Die Halswirbel des betrachteten Thieres zeigen unstreitig, dass dieses Thier zur Abtheilung der am meisten langhalsigen Plesiosauren gehörte, weshalb seine Theile am passendsten mit Bezugnahme auf die des Pl. homalospondylus Owen (vergl. Monogr. Foss. Rept. Liass. Form. Prof. R. Owen part. 1. Sauropterygia pag. 12 — 20. Pl. V — VIII. Palaeont. Soc. 1865) zu betrachten sind und zwar um so mehr, als der durch die Ebenheit der Gelenkflächen der Wirbelkörper angezeigte homalospondylische Charakter in gewissem Grade im voraus über die Aehnlichkeit dieser 2 Species entscheidet. —

Wie mir scheint, kann auf Grund der Angaben R. Owens mit hinreichender Gewissheit angenommen werden:

1. Dass der Pl. homalospondylus bis 40 Hals-, 27 Rücken- und nicht mehr als 30 Schwanz-Wirbel, in allem also 97 Wirbel hatte [1]).

2. Dass man den 39 oder 40-ten Wirbel vom Kopfe als ersten Rücken- und den 66 oder 67-ten als Kreuzwirbel rechnen kann.

3. Dass die Entwicklung der Fortsätze des Rückenmarkbogens im ganzen Rumpfe und an der Wurzel des Halses keine verticalen Biegungen dieser Theile erlaubte, an der vordern dünnen, schlanken Hälfte des Halses aber war eine Biegung möglich, doch freier nur nach der rechten und linken Seite.

4. Dass allem Anscheine nach alle Wirbel, ungefähr vom 15-ten Halswirbel an, eine proportionale Länge hatten bis zum Ende des Rückens, d. h. bis zum 66 oder 67 Wirbel. Von hier an werden die Wirbelkörper bis zum Ende des Schwanzes kürzer, ihre Gelenkflächen haben in der ganzen Ausdehnung des Schwanzes eine grosse Vertiefung, die Sprossen ihrer Markbogen werden länger, da sie nicht so breit, wie die Halswirbel sind, was nach R. Owen's Meinung vollkommen richtig das Vorkommen einer grossen Menge von

---

1) Beim äusserst kurzhalsigen Pl. rostratus zählt R. Owen in Allem 84 Wirbel, namentlich: Halswirbel und Rückenwirbel zu 24, Kreuzwirbel 2 und Schwanzwirbel 34 (dito pag. 22).

Muskeln im Schwanze und dass er in seiner ganzen Länge eine grosse Biegsamkeit hatte, beweist. —

5. Dass die vordern Flossen bei Pl. homalospondylus Owen, sowie bei Pl. dolichodeirus Conybeare etwas kürzer, als die hintern Flossen waren.

6. Dass am Rumpfe des Pl. homalospondylus ein sehr grosser Raum zur Befestigung der Wirbelmuskel vorhanden war, was auf eine entsprechende Kraft beim Lenken der Bewegungen und der Körperlage gleichzeitig mit den Bewegungen des langen, dünnen Halses bei kleinem Kopfe hinweist. —

Dabei muss man sich nothwendig noch erinnern, dass die Neurapophysen der Halswirbel bei einigen Species des Plesiosaurus sich nicht unmittelbar über dem Rückenmarkkanale zu einem ununterbrochenen Bogen verbinden, sondern grade über den Wirbelkörpern stehende Wändchen, welche entweder einander parallel sind, oder sich etwas mit ihren obern Enden nähern, bilden (vergl. Trans. Geol. Soc. vol. V Ser. 2. A descrip. of the Pl. macrocephalus Conybeare by Prof. R. Owen pag. 524). Uebrigens mag eine solche Eigenthümlichkeit im Baue des Bogens des Rückenmarkkanals wahrscheinlich nur eine zeitweilige, vom Alter des Thieres abhängige gewesen sein.

Die Rippengelenkflächen des Pl. homalospondylus behalten bis zum 30-ten Halswirbel eine ovalrunde Form bei, weiter zur Wurzel des Halses werden sie schmäler und vom 34-ten Wirbel an haben sie, wie es scheint, ihre verhältnissmässig grösste Länge. Vom 35-ten Wirbel beginnt eine Hebung oder Annäherung dieser Oberflächen (*pl*) zu den neurapophysialen, wobei die Rippen-Gelenkfläche hervorragt und die Rippe sich hebt. Am 37 Wirbel wird die Rippe sowohl durch das Centrum, als durch die diapophysiale Erhöhung desselben schon gleichmässig gestützt. Am 38-ten Wirbel geht die Rippe fast ganz auf die Diapophysis über und bekommt den einfachen Rippen-Charakter, in dem sie bei einer Länge von 6 Zoll eine nur kleine Krümmung hat. Am 39 oder 40-ten Wirbel sieht man schon eine volkommene Versetzung der Verbindung der Rippe mit dem Wirbelkörper auf die Neurapophyse, was beweist, dass dies die ersten Rückenwirbel sind.

Nach dieser Angabe ist es klar, dass, wenn man den Wirbel auf Tafel XI Fig. 2 nach dieser allgemeinen Form, nach der Lage der pleurapophysialen Oberflächen und nach den ausgedehnten Conturen letzterer als den 34-ten Halswirbel betrachtet, der Wirbel auf Tafel XI Fig. 3. nicht der 35-te sein würde, weil seine Rippengelenkflächen noch zu niedrig liegen und nach der einigermassen grossen Gelenkfläche des Centrums des letztern Wirbels zu urtheilen, muss man annehmen, dass zwischen den Wirbeln Fig. 2 und 3 wenigstens noch ein Zwischenwirbel sich befand. —

Aus diesem folgt, dass wenn beim Pl. homalospondylus der 39-te Wirbel schon der erste Rückenwirbel war, so muss beim Pl. Helmersenii der erste Rückenwirbel vom 34-ten Wirbel auf eine noch grössere Anzahl von Wirbeln, wahrscheinlich auf 8 oder 9 abgestanden haben, d. h. entweder der 42 oder 43-te Wirbel gewesen sein, folglich stellt der *Pl.*

Helmersenii selbst in der Abtheilung der langhalsigen Plesiosauren eine Species von noch längerm Halse, als der *Pl. homalospondylus* dar. —

Wir haben keine Anzeichen dafür, dass bei Pl. Helmersenii die Halswirbel bei ihrer Annäherung zum Kopfe in ihrer Länge mehr als proportional abnahmen, wir sehen aber, dass sie im Verhältniss zur angenommenen Grösse und Länge des Halses von proportionaler Länge waren. —

Ihre Gelenkflächen sind sehr wenig vertieft, ihre untere Seite ist ganz ohne Kiel, oder stellt eine unmerkliche Erhöhung dar, welche sich zwischen den Venendurchgangsöffnungen, die eine mehr oder weniger elliptische Form haben, befindet. Die eigentliche Mitte der untern Seite ist schwach concav.

Die Rippen-Gelenkflächen (*pl*) befinden sich am untern Theile der Seitenflächen des Wirbelkörpers. An den vordern Halswirbeln sind sie im Verhältniss zu ihrer Länge breiter, weiter nehmen sie das Aussehn einer ausgedehnten Schlinge an, liegen aber immer näher zur hintern, als zur vordern Gelenkfläche des Wirbelkörpers, indem ihre lange Achse der des Centrums des Wirbels parallel ist. Die Vertiefungen aber, welche die Oberfläche *pl* von den Rändern des Centrums selbst trennen, sind nur wenig merklig. —

Der Raum zwischen den neurapophysialen (*np*) und pleurapophysialen (*pl*) Oberflächen hat in verticaler Richtung eine fast zweimal geringere Ausdehnung, als ihre Länge beträgt. — Die freie Oberfläche der Seite des Wirbelkörpers wird von einer niedrigen Längeswulst (*z'*) welche den neurapophysialen Oberflächen näher liegt, durchschnitten und ist an allen Centren oder Körpern der Halswirbel, aber in verschiedener Entfernung von den Pleurapophysen sichtbar.

Die neurapophysialen Bogen sind überhaupt dünn und werden, wie es scheint, ebenso wie beim Pl. homalospondylus zur Halswurzel hin breiter, doch sind ihre obern Theile ihrer Schwäche wegen selten erhalten. —

Die Endgelenkflächen der Centra sind im Umkreise mässig convex, an den übrigen Dimensionen etwas concav und im Centrum selbst haben sie häufiger in der Querrichtung eine mittlere, kleine, längliche Concavität.

Noch ist beim Pl. homalospondylus das bemerkenswerth, dass die ganze freie Oberfläche der Körper der vordern Halswirbel leicht rauh, die der andern weniger glatt ist und der Pl. Helmersenii hatte wohl auch diese Eigenthümlichkeit. Die Rückenwirbel sind sowohl bei Pl. Helmersenii, als auch bei Pl. homalospondylus an den Seiten mässig concav. Vom hintern Winkel der Neurapophysen zum hintern Theil der Diapophysen bemerkt man einen niedrigen Kiel, welcher sich bis zur Gelenkfläche erstreckt. An der untern Seite liegen die Venenkanäle in grösserer Entfernung von einander und sind durch keine quere Erhebung getrennt. Die Ränder der Gelenkflächen der Rückenwirbel sind schärfer, als an den Halswirbeln. —

Die Eindrücke an den Hals- und Rumpfwirbeln zur Anheftung der Wirbelmuskeln sind sehr bedeutend. Das weist auf eine entsprechende Kraft aller Theile des Thieres hin.

Man muss glauben, dass der lange Hals des Pl. Helmersenii wie der Hals des Pl. macrocephalus Conybeare eine bedeutende Beweglichkeit in seitlicher Richtung besass und dass die zu diesen Bewegungen bestimmten Muskeln nothwendiger Weise sehr entwickelt waren, weshalb an den Rippenfortsätzen ihrer Hals-Wirbel sich eine hinreichende Menge von Anheftungspunkten für die den Hals bewegenden Muskeln fand.

An den Schwanzwirbeln dieser Plesiosauren verringern sich die Sprossen der Markkanalbogen um so mehr, je weiter vom Rumpfe sie liegen, in allen Dimensionen, am meisten aber in der Längesrichtung der Wirbelkörper, wo die Zwischenräume zwischen ihnen sehr breit sind. —

Durch diese Eigenthümlichkeit, wie auch durch die höhere Lage der Pleurapophysen an den Wirbelkörpern, mit denen sie verwachsen sind, werden die Schwanzwirbel leicht von den mit ihnen gleich grossen Halswirbeln unterschieden. Die Körper der Schwanzwirbel sind auch höher, ausserdem sind an ihnen noch die haemapophysialen Abdrücke sichtbar. —

An den letzten Schwanzwirbeln sind die Gelenkflächen mehr concav, als an den Halswirbeln.

Auf Tafel XI Fig. 1 ist das Centrum eines vordern Halswirbels in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse abgebildet: *A* zeigt die Ansicht von oben mit dem Boden des Rückenmarkkanals *n* mit den Oeffnungen *v v* für die durchgehenden Gefässe und den Basen der Nervenbogen (Neurapophysen) (*np*), *B* die Ansicht der vordern, d. h. zum Kopfe gewandten Gelenkfläche des Wirbelkörpers, *C* die untere Seite des Wirbels, die Rippengelenkflächen (Pleurapophysen) *pl* nebst den Oeffnungen für die Venen *v v* und *D* die seitliche Ansicht desselben Wirbelkörpers nach seiner Länge.

Dieser Wirbel hat mit dem des Pl. gurgitis Pictet und Renevier die meiste Aehnlichkeit (vergl. Foss. du terrain Aptien. Tafel I Fig. 1. a. b. c. d), nur ist der Wirbel des russischen Plesiosaurus grösser, was auch folgende Messungen beweisen:

Benennungen der Theile	Schweiz. Wirbel.	Russisch. Wirbel.
Länge des Wirbels	51. mm.	70. mm.
Grösste Breite der vordern Gelenkflächen	55.	85.
Kleinste Breite der hintern Gelenkflächen	53.	
Breite des Wirbels in seiner Mitte	46.	75.
Höhe der Gelenkflächen	39.	55 — 60.
Höhe in der Mitte des Wirbelkörpers	36.	50.
Längesdurchmesser des Nervenbogens	20.	45.
Querdurchmesser desselben	15.	22.
		vorn. Mitte. hint.
Breite des Bodens des Rückenmarkkanals	3.	17. 7. 20.
Zwischenraum zwischen den Rippen-Gelenkflächen	27.	33.
Querdurchmesser der Rippen-Gelenkflächen	26.	25.

Entfernung der Nervenbogen und Rippen-Gelenkflächen ..	23.	35.
Entfernung der Gefässöffnungen an der untern Seite d. Wirbels	3.	4.
Durchmesser der Gefässgruben	3 — 4	5.

Aus den angegebnen Grössenverhältnissen ergiebt sich, dass dieselben sich meist verhalten, wie 1: $1^1/_2$.

Die Contur der Gelenkfläche dieses Wirbels (*B*) ist länglich-oval, die Ränder sind dick und haben dabei eine schwache Convexität, welche in eine kaum merkliche Concavität übergeht, in deren Mitte sich eine unbedeutende zitzenartige Wulst erhebt. An beiden Enden des Wirbelkörpers in der Umgegend der Gelenkflächen sind ziemlich grobe Furchen zu sehen, welche an den Seiten des Wirbels in Längesfalten zur Befestigung der Faserkapsel (Capsula articularis fibrosa) übergehen.

Die Seiten sowohl, als auch die untere Fläche des Centrums sind mässig concav. Die Neurapophysial-Gruben *np* sind bedeutend gross, breit und sehr tief, der Boden des Rückenmarkkanals *n* ist in der Mitte stark zusammengedrückt, und hier befinden sich 2 nicht weit von einander entfernte Oeffnungen für die durchgehenden Gefässe *v v* (vergl. Zeichnung *A*).—

Die Pleurapophysial-Oberflächen (*pl*) haben eine elliptische Form und wenig vorstehende Ränder. Sie liegen etwas näher zum hintern, als zum vordern Ende des Wirbelkörpers und der Zwischenraum zwischen ihnen und der Basis der Neurapophysen (*np*) ist 2 Mal länger, als ihr verticales Maass und diese Seite des Wirbelkörpers wird durch eine niedrige Längeswulst (*z'*), welche fast an der Basis der Neurapophysen liegt, durchkreuzt (vergl. Zeichnung *C* und *D*). Die Venenöffnungen *v v* (*C*) die an der untern Seite des Wirbelkörpers zu sehen sind, liegen auf 0,004 m. von einander und sind durch einen niedrigen Saum getrennt. Diese Oeffnungen befinden sich in besondern Eindrücken, welche an den Enden des Körpers in eine allgemeine Vertiefung übergehen, welche der Basis des Markkanals an der obern Seite des Wirbelkörpers entspricht (vergl. Zeichnung. *C* und *B*). —

Auf Tafel XI Fig. 2 und 3 sind in halber natürlicher Grösse die Wirbelkörper des untern Halstheiles desselben Thieres dargestellt, von denen ich den ersten für den 34-ten, den 2-ten für den 36-ten Halswirbel halte. —

A Fig. 2 zeigt die Ansicht des Wirbelkörpers von oben, den Boden des Rückenmarkkanals *n* mit den Gefäss-Oeffnungen *v v* und Bruchstücken der Neurapophysen, *B'* und *B'* zeigen die Ansicht der hintern — zum Schwanze gewandten Gelenkflächen der Wirbel.

C und *C* Ansicht der untern Seite derselben Wirbelkörper, der Rippengelenk- oder Pleurapophysial-Flächen *pl* und die Gefässöffnungen *v v*. — *D* und *D* zeigen die seitlichen Flächen der Wirbelkörper, deren Oberfläche besser erhalten ist und an welcher die Pleurapophysial-Gruben *pl* und der niedrige Saum oder Kiel (*r'*), welcher längs der Vertiefung an der Seite fast in der Mitte zwischen den Basen der Neur- und Pleurapophysen *np* und *pl* sich hinzieht.

Die betreffenden Maasse dieser 2 Wirbel sind folgende:

Benennungen der Theile.	Wirbel Fig. 2.	Wirbel Fig. 3.
	m.m.	m.m.
Länge der Wirbelkörper	130	134
Breite der vordern Gelenkfläche des Centrums	120	121
Breite der hintern Gelenkfläche des Centrums	120	126
Höhe der vordern Gelenkfläche des Centrums	90	88
Höhe der hintern Gelenkfläche des Centrums	110	92
Länge / Breite } der Gelenkflächen mit den Neurapophysen	beschädigt.	
Breite des Bodens des Rückenmarkkanals	23	nicht zu sehen.
Länge der Rippengelenkflächen	70	bis 50
Breite der Rippengelenkflächen	25	bis 17
Abstand der Rippen-Gelenkflächen	bis 80	90
Durchmesser der Gefässöffnungen an d. untern Seite	5	5
Abstand der Gefässöffnungen von einander	10	8

Zu dem, was ich von diesen Wirbelkörpern erwähnt habe, finde ich nöthig, noch auf folgende Eigenthümlichkeiten des Wirbels № 2 hinzuweisen, nämlich dass an demselben — wie es Zeichnung Fig. 2. *C* darstellt, nur sehr schwache Spuren der linken Pleurapophysis sichtbar sind, während die Gelenkfläche der rechten Pleurapophysis *(pl)* (auf der Zeichnung ist die vordere Seite des Wirbelkörpers nach unten gerichtet) sehr stark und scharf ausgeprägt erscheint.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieser Wirbel äusserer Gewalt ausgesetzt und mannigfache Beschädigungen erlitt, auch dass der mit ihm zusammen gefundene Wirbel Fig. 3 nach seinem Aussehen nicht minder gelitten hat.

Ich muss noch hinzufügen, dass alle Wirbel, welche ihrer Form nach dem 34 Wirbel (Fig. 2) am nächsten kommen, wie wir später sehen werden, dieselbe Eigenthümlichkeit zeigen, nämlich dass sie an einer Seite und, wie es scheint, gleichviel ob an der rechten oder linken, auf der mehr concaven oder mehr convexen nur schwache Andeutungen von vorhandenen Pleurapophysen haben [1]).

Ausser den auf Tafel XI, Fig. 1, 2 und 3 abgebildeten Wirbeln gehören dem Museum der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften noch die Bruchstücke zweier Wirbel aus dem grünen Sandsteine des Kirchdorfs Sserdoba im Petrovschen Kreise des Saratov'schen Gouvernements, welche nach ihren Maassverhältnissen höchst wahrscheinlich aus dem vordern Theile des Halses desselben Thieres stammen.

Von den 4 Rückenwirbeln des Pl. Helmersenii aus dem Sandstein des Kirchdorfs Sser-

1) Sollte dieser Umstand nicht darauf hinweisen, dass diese Theile noch bei Lebenszeit der Thiere durch übermässig starke und unbequeme Bewegungen des Halses beschädigt wurden?

doba sind (auf Tafel XII, Fig. 1 und 2) nur die Körper von 2 Wirbeln abgebildet. Die Zeichnungen *A. A. B'. B'. C, DD* und alle andern Buchstaben haben ihre frühere Bedeutung.

Der Wirbel Fig. 1 zeigt uns die Form eines Wirbels des Pl. Helmersenii, an den sich die Rippe sowohl am Centrum, wie auch an den Diapophysial-Erhöhungen der Neurapophysen stützen konnte, d. h. derselbe war ein Wirbel, welcher dem 37-ten Wirbel des *Pl. homalospondylus* entspricht, bei Pl. Helmersenii konnte er den 39 oder 40-sten Platz vom Kopfe gerechnet einnehmen. Die Basen der Neurapophysial-Bogen *np* sind dünn und nehmen fast die ganze Länge des Wirbelkörpers ein; die Basis der Pleurapophyseu *pl* hat eine dreieckige Form.

Der Wirbel Fig. 2 mag vielleicht im Rücken des Pl. Helmersenii die Stelle hinter dem 40-sten Wirbel eingenommen haben, weil die Form der Kurskschen Wirbel solcher Thiere (vergl. Tafel VII, Fig. 2 und 1) andeutet, dass sie mehr nach vorn lagen und dem 38 oder 39 Wirbel des Pl. homalospondylus entsprechen mochten, bei welchen die Rippen definitiv auf die Diapophysen übergehn *(dd)*, folglich müssen diese Wirbel beim Pl. Helmersenii die 41 oder 42-te Stelle vom Anfange des Halses eingenommen haben.

Die auf Tafel VII, Fig. 1 und 2 und Tafel XII, Fig. 1 und 2 dargestellten Wirbel befanden sich ohne Zweifel im Brustgürtel der Thiere. Diese, wie alle Wirbel mit grossem Körper stellen von aussen ganze Massen von ziemlich schweren, grobzelligen Knochen dar, die innen einen leeren Raum enthalten, der einen bedeutenden Theil ihres Volumens, der bei Lebenszeit des Thieres mit Knochenmark ausgefüllt war, ausmacht. Bei den jüngern Thieren kann man im Allgemeinen bemerken, dass die Anordnung des Markraums in der Mitte eines Wirbelkörpers eine solche ist, dass derselbe sich nach beiden Enden hin in kleinere, aber zahlreiche, vielfach untereinander anastomosirende Medullarräume fortsetzt.

Eine solche eigenthümliche Beschaffenheit in der Bildung der Wirbelkörper ist auch den jetzt im Meere lebenden Säugethieren eigen. Man muss hierin die weise Fürsorge des Schöpfers erkennen, der dem Organismus dieser Thiere in ihrem Skelete eine solche bedeutende Leichtigkeit verlieh ohne die Kräftigkeit seines Körberbaues zu schwächen.

Die Maasse dieser grossen Saratov'schen Wirbel sind folgende:

Benennungen.	Tafel XII, Fig. I. m.m.		Tafel XII, Fig. 2. m.m.	
Länge des Wirbelkörpers	115		95	
	Breite.	Höhe.	Breite.	Höhe.
Breite und Höhe der vordern Gelenkfläche des Centrums	bis 150	118	nicht vollständig.	
Breite und Höhe der hintern Gelenkfläche des Centrums	nicht vollständig.		140	112
	Länge.	Breite.		
Länge und Breite der Oberflächen in Verbindung mit den Nervenbogen	80	bis 20	nicht vollständig.	
Breite des Bodens des Rückenmarkkanals in der Mitte	23		an der hintern Gelenkfläche: 25	

Auf Tafel XIII, Fig. 1 und 2 sind in ($^1/_2$) natürlicher Grösse Wirbel aus dem obern Theile des Schwanzes abgebildet, doch nicht der Reihe nach, in dem der 2-te der dort abgebildeten Wirbel nicht unmittelbar, sondern erst nach einem oder zweien Wirbeln auf den ersten folgt, was aus der Abnahme seiner Maasse ersichtlich wird.

Diese Wirbel gehörten ohne Zweifel demselben Thiere, wie die Wirbel auf den Tafeln XI und XII. Solches kann man sowohl aus ihren entsprechenden Maassen, als auch den gleichen Bedingungen ihrer Versteinerung, die aus dem Zustande ihrer Knochenmasse erkennber ist, schliessen.

Die Darstellungen *B'. B', C. C, D* mit den übrigen Buchstaben bezeichnen, wie früher, dieselben Theile, *h' h'* die Oberflächen, an der sich die Haemapophysen an das Ende der zum Kopfe gerichteten Seite des Wirbelkörpers anlehnen.

Aus diesen Zeichnungen erkennt man, dass diese Wirbel ziemlich kurz, in der Quere aber etwas breiter sind, dass der Rückenmarkkanal kleiner ist und im Querumriss eine ovale etwas dreieckige Form hat. Die Neurapophysialbogen sind schwach und haben einen ebenso schwachen Dornfortsatz. Die Pleurapophysial-Flächen dagegen sind breit und haben scharfe Ränder und liegen nahe dem hintern Ende des Wirbelkörpers oder Centrums.

Die Gelenkflächen des Körpers sind wenig vertieft und ziemlich eben. Die untere Seite des Wirbels (Fig. I) ist etwas mehr concav, als die des Wirbels Fig. 2. An der untern Seite des ersten Wirbels sind zwei Öffnungen für die Gefässe, an der des zweiten Wirbels nur *eine*, doch weit grössere.

Die Maasse des Wirbels auf Taf. XIII Fig. 1 sind folgende:

Länge des Wirbelkörpers bis 70 mm., Breite seiner vordern Gelenkfläche 112 mm., ihre Höhe 65 mm., die Breite seiner hintern Gelenkfläche 111 mm., ihre Höhe 65 mm., die Breite des Nervenkanals und seine Höhe 25 mm., die Breite der Rippengelenkfläche *pl* 45 mm., ihre Höhe 35 mm., der Durchmesser der Gefässöffnungen an der untern Seite des Wirbelkörpers 4 mm., die Entfernung derselben von einander 12 mm.

Indem ich sowohl den allgemeinen Charakter der queren Zusammenschnürung der Endschwanzwirbel des Plesiosaurus (vergl. Monogr. foss. Rept. Liass. Form. Taf. IV, Fig. 9. Ansicht der hintern Seite des 30. Schwanzwirbels des Pl. dolichodeirus Conybeare), als auch die gleichzeitige Auffindung, die entsprechenden Maasse und die bedingenden Kennzeichen der auf Taf. XIII, Fig. 3 und 4 dargestellten Wirbel mit den Wirbeln Fig. 1 und 2 zur Richtschnur nehme, halte ich die Wirbel Fig. 3 und 4 für Wirbel des untern, mehr biegsamen und vielleicht längern Theiles des Schwanzes, den auf Taf. VII, Fig. 3 dargestellten Kurskschen Wirbel aber für einen noch entferntern, ja ganz am Ende des Schwanzes befindlichen Wirbel. Die quere Zusammenschnürung dieser Wirbel wird immer deutlicher, je mehr zum Schwanzende sie sich befinden, wobei ihre Gelenkflächen gleichzeitig tiefer werden, die Kennzeichen der haemapophysialen Abdrücke sich verlieren und die Neurapophysial-Bogen, obgleich sie sehr schwach sind, doch sichtbar bleiben. Auf der Gelenkfläche des Wirbels auf Taf. XIII, Fig. 3, wie dies Zeichnung *B'* darstellt, sieht man die concentri-

schen Vertiefungen, ähnlich den von R. Owen Fig. 9 angegebenen (vergl. Pl. IV der angeführten Monographie).

Von den Theilen des Skelets des Plesios. Helmersenii aus dem Sewer'schem Osteolith sind, wie früher erwähnt ward, in demselben Kreise des Kursk'schen Gouvernements beim Dorfe Pasashkowo noch 4 Wirbel gefunden, namentlich: einer aus dem vordern Theile des Halses, 2 aus dem vordern Theile des Rückens und einer aus dem Schwanzende und mit ihnen gleichzeitig noch 2 Oberschenkelbeine (Femur) und 1 Phalangenknochen. Sowohl nach ihren Maassen, als auch nach allen Bedingungen ihrer Auffindung und Versteinerung konnten diese Knochen Thieren der bezeichneten Art und Species angehören.

Die Rückenwirbel auf Taf. VII, Fig. 1 und 2 in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse abgenommen, können mit dem 38. und 39. Wirbel des Pl. homalospondylus verglichen werden, nämlich: Wirbel Fig. 2 entspricht dem 38., Wirbel Fig. 1 dem ihm folgenden 39. Wirbel.

Maasse dieser grossen Kursk'schen Wirbel:

Benennungen der Theile.	Wirbel Taf. VII, Fig. 1. mm.		Wirbel Taf. VII, Fig. 2. mm.	
Länge des Wirbelkörpers	110		100	
	Breite.	Höhe.	Breite.	Höhe.
Breite und Höhe der vordern Seite *B* (?) der Gelenkfläche	139	113	128	nicht erkennbar.
Breite und Höhe der hintern Seite (?) *B'* der Gelenkfläche	133	120	ausgebrochen.	
Länge und Breite der Verbindungsflächen mit den Nervenbogen	72	24	nicht zu sehen.	
Breite des Bodens des Rückenmarkkanals nahe der Mitte	25		nicht zu sehen.	
Breite und Länge der Rippen-Gelenkverbindungen	40	55	nicht zu sehen.	
	Breite.	Zwischenraum.		
Breite der Gefässöffnungen an der untern Seite und Entfernung derselben	5	30	zerbrochen.	

Alle Buchstaben auf den Zeichnungen haben die früher angegebene Bedeutung, *dd* bezeichnen die Diapophysialfortsätze.

Die freien Oberflächen dieser Wirbel sind ziemlich eben und glatt. Ihre Knochensubstanz ist dicht, grobzellig. Auf jedem dieser Wirbel, besonders auf dem Wirbel Fig. 2 ist die ihn umhüllende Steinmasse zu sehen. Der Bruch des letztern Wirbels, wie auch der Wirbel auf Taf. XII, Fig. 2 zeigt seine innere Leere *o*.

Der Halswirbel auf Taf. VIII, Fig. 1 *B* und *C* ist in voller ($^1/_1$) natürlicher Grösse abgebildet. *B* zeigt die vordere Gelenkfläche. *C* die untere Seite des Wirbelkörpers.

Dies ist einer von den Halswirbeln, welche, wie auch der auf Taf. XI, Fig. 1 einem riesigen Thiere — *Pl. Helmersenii* — angehörte. Er ist bedeutend beschädigt und hat dadurch seine äussere glatte Oberfläche verloren, doch sieht man an ihm die Kennzeichen der

Verwachsung mit den Neurapophysen *np* und den Pleurapophysen *pl*, eine stumpfe Wulst *r'* und die Gefässöffnungen *vv*. Seine Substanz besteht aus dicht feinzelliger Masse. Er wurde mit dem früher auf Taf. VII, Fig. 1 und 2 erwähnten Rückenwirbel zusammen gefunden.

Auf Taf. VII, Fig. 3 *A*, *B*, *D* ist in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse ein Schwanzwirbel dargestellt, den wir zu den entferntesten zählen können, vielleicht der 95. oder 96. Wirbel des Pl. Helmersenii, wenn dessen ganze Wirbelsäule bis 100 Wirbel hatte.

Die deutlichere Zusammenschnürung, welche man an den Wirbeln des Schwanzendes bemerkt und die stärkere Vertiefung ihrer Gelenkflächen beweist, dass die Biegsamkeit des Schwanzendes weit grösser war, als die seiner Wurzel und dies bestätigt unsere Annahme einer verticalen Schwanzflosse dieser Thiere.

Gleichzeitig mit den beschriebenen Saratov'schen Wirbeln wurden, wie erwähnt, gefunden: ein Oberarm- (Humerus) und ein Wadenbein (Fibula) aus den Flossen desselben Thieres, was aus ihrer Form, Grösse und gleichartigen Versteinerung klar wird. Diese Knochen sind in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse auf Taf. XIV abgebildet.

Der erste dieser Knochen, einer der linken Flosse, ist Fig. 1 *A*, *B*, *C*, *D* dargestellt. *A* Ansicht von oben. *B* Profil der zum Rumpfe gewandten Seite. *C* Ansicht des zum Theil restaurirten Gelenkköpfchens des zum Rumpfe nächsten (obern) Endes, durch welches er sich mit den Knochen des Brustgürtels vereinigte. *D* Ansicht der innern Seite des entfernten Endes mit Andeutung der Gelenkflächen für das Speichen- (Radius) und Ellenbogenbein (Ulna).

Um die Form des entfernten (untern) Endes dieses Knochens näher zu bestimmen sind auf Taf. X, Fig. 4 *A* und *B* und auf Taf. V, Fig. 5 in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse einzelne Enden solcher Knochen, doch von geringerer Grösse, welche im Sewer'schen Osteolith des Kursk'schen Gouvernements gefunden sind, dargestellt. Auf Taf. X, Fig. 1 *A*, *B* und *C* und Fig. 2 sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$), auch aus dem Sewer'schen Osteolithe des Kursk'schen Gouvernements 2 Gelenkköpfchen des Oberarmendes von verschiedener Grösse dargestellt. Zeichnung Fig. 2 auf Taf. X zeigt mehr die Restauration der Gelenkflächen am obern Gelenkende dieses Knochens.

Das häufige Auffinden in der Masse des Sewer'schen Osteoliths eingebetteter Knochen der Plesiosauren dieser Species im Zustande, wie es Fig. 3 auf Taf. X zeigt, und zwar von Individuen verschiedenen Alters, beweist, dass sowohl der *Pl. Helmersenii*, als auch der *Ichthyosaurus Compylodon Carter* mit vollem Rechte als Species betrachtet werden können, welche ohne Zweifel der Zeit der Bildung des Sewer'schen Osteolith's angehören, und zwar mehr als andere durch ihn (den Osteolith) charakterisirte Species der Plesiosauren und Ichthyosauren, wenigstens in Russland. Dabei ist Vorsicht anzurathen, weil sowohl bei den Plesiosauren, als auch bei den Ichthyosauren die Form der Knochen sich mit dem Wachsthume der Thiere deutlich veränderte, was leicht der Grund zur Aufstellung nur muthmasslicher Species sein kann.

Wir müssen vorläufig noch bemerken, dass nach den Untersuchungen R. Owen's die

Länge der vordern und hintern Flosse nicht immer gleich ist, namentlich bei *Pl. homalospondylus*; wie bei *Pl. dolichodeirus* sind die vordern Flossen etwas kürzer, als die hintern, was zum Theil auf die Grösse des Oberarm- (Humerus) und des Oberschenkelbeins (Femur) Einfluss haben musste.

Der Oberarmknochen des Pl. Helmersenii auf Taf. XIV, Fig. 1 ist 0,375 m. lang, die Breite seines untern (entfernten) Endes 0,205 m., der grösste Durchmesser des obern Endes 0,095 m., der quere Durchmesser bis 0,080 m., die grösste Breite der Gelenkfläche des entfernten (untern) Endes 0,045 m. .

Das vordere Ende dieses Oberarmbeinknochens ist weder eben, noch convex, sondern hat, wie beim *Pl. rugosus*, eine schon vom Oberende *A* beginnende bedeutende Concavität, welcher eine bedeutende Convexität, dann eine mehr abschüssige Concavität, und abermals eine schwache Convexität folgt, welche unter einem rechten abgerundeten Winkel mit der Oberfläche des entfernten (untern) Endes, namentlich mit dem Rande, welcher die Speiche (Radius) stützt, zusammentrifft.

Der hintere oder zum Rumpfe gerichtete Rand ist kürzer und hat eine bedeutende Concavität, die schon am obern Ende oder dem Gelenkköpfchen beginnt, und nach dem untern Ende zu immer mehr zunimmt, wodurch das beträchtlich ausgedehnte untere Ende verlängert wird. Die eigentliche Contur des untern Endes (Taf. XIV, Fig. I *A* und *D*, Taf. X, Fig. 4 *A* und *B* und Taf. V, Fig. 5) verläuft in gebrochener Linie, welche zwischen den concaven Theilen mehr oder weniger hervorstehende stumpfe Winkel zur Verbindung mit dem Speichen und Ellenbogenbein und zur Stütze des Ellenbogen- (Olecranon) Fortsatzes darbietet. Dieser Fortsatz von sesamoider Form, bei R. Owen mit 55′ und 57′ bezeichnet, wurde wahrscheinlich im gegenwärtigen Falle vom Körper des Ellenbogenbeines (Ulna) getrennt, weil der Umriss der ihm entsprechenden Gelenkfläche des Oberarms durch einen vorragenden, obwohl stumpfen Winkel, selten durch eine schwache Concavität begrenzt wird (vergl. Taf. V, Fig. 5, Taf. XIV, Fig. 1 *A* und Taf. X, Fig. 4 *A*). Auch nach dem dargestellten Umrisse des entfernten Endes des Oberarmbeines kann man annehmen, dass zwischen Speichen- (radius) und Ellenbogenbein (Ulna) ein freier Zwischenraum war, wie man das beim Pl. rugosus sieht. Die Gelenkflächen des entfernten Endes des Oberarms sind, wie Zeichnungen *B* und *D* der Abbildungen auf Taf. X und XIV zeigen, an den concaven Stellen tief eingedrückt (*t*) und haben eine poröse, rauhe, selbst warzenartige Oberfläche zur bessern Vereinigung mit den ihr anliegenden Faserknorpeln. Der Schaft selbst des Oberarms (Humerus) des Pl. Helmersenii hat eine ziemlich glatte und langfasrige Oberfläche, wird aber unter der Convexität der Gelenkfläche zur Anheftung der Muskeln rauh, ja die eigentliche obere Gelenk-Convexität wird sogar knorrig, — ähnlich, wie R. Owen es an dem Oberschenkelbein-Köpfchen (caput femoris) des *Pl. portlandicus* bemerkt hat (vergl. R. Owen's Monogr. brit. foss. Rept. Palaeont. 1868). Berücksichtigt man aber, dass der Pl. homalospondylus bei einer Länge von $16^3/_4$ Fuss 13 Zoll, d. i. 0,330 m. lange und am entfernten Ende $7^1/_2$ Zoll oder 0,190 m. breite Oberarmbeine hatte, so muss man annehmen,

entweder, dass der beschriebene Knochen (Humerus) nicht dem Thiere angehörte, dessen Wirbel auf Taf. XI, XII und XIII dargestellt sind, oder aber dass beim Pl. Helmersenii die Flossen weit kürzer, als bei allen uns bis dato bekannten Species der Plesiosauren sind.

Nach den von R. Owen angegebenen Maassen kann man, wie mir scheint, die Länge des Oberarms bei *Pl. macrocephalus* Conybeare zu $^1/_{16}$, bei *Pl. homalospondylus* Owen aber nur zu $^1/_{17}$, bei *Pl. rostratus* Owen sogar bis zu $^1/_{10}$ und bei unserm *Pl. Helmersenii* bis zu $^1/_{22}$ der Länge des ganzen Skelets annehmen, d. h., dass seine Flossen weit (anderthalbmal) kürzer waren, als die anderer Species.

Die Bruchstücke zweier Oberschenkelbeine (Femur), welche einem Thiere gehörten, dem höchst wahrscheinlich auch der Rückenwirbel auf Taf. VII, Fig. 1 zukam, sind auf Taf. IX in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse dargestellt. Fig. 1 ist die Darstellung des rechten Oberschenkelbeins (Femur), Fig. 2 die der linken Flosse.

Vom erstern Knochen sind nur 2 Bruchstücke aufbewahrt, vom 2. der vordere und hintere Rand abgebrochen, das obere Ende, d. h. das obere Gelenkköpfchen, welches mit den Knochen des Beckengürtels vereinigt war, stark beschädigt.

Das Oberschenkelbein der linken Flosse hat fast seine volle Länge, welche man für eine der Länge des Oberarms (Humerus) gleiche, d. h. 0,375 m. halten kann und am entfernten Ende eine Breite von 0,180 m., bei einer Dicke in der Mitte oder beim vorstehenden Winkel von 0,040 m.

In meiner Sammlung befindet sich kein einziges anderes Exemplar einer Extremität in so gut erhaltenem Zustande, wie die dargestellten Extremitäten des Oberarms (Humerus). Dasselbe gilt auch von dem obern Ende, obwohl auf Taf. V, Fig. 1*A*, *B* auch das Köpfchen eines solchen Oberschenkelbeins dargestellt ist, aber an diesem sieht man nur den untern Theil ziemlich befriedigend, und soviel daraus ersichtlich, tritt dieser Theil bedeutend hervor und hat hinten eine Concavität.

Die obere Fläche dieses Gelenks war, wie man zum Theil bemerken kann, höckrig und nach unten erstreckte sich der Länge nach eine Rauhigkeit zur Anheftung der Muskel. Die Oberfläche des Schaftes ist faserig.

Der vordere und innere, d. i. der zum Rumpfe gekehrte Rand des Oberschenkelbeins ist etwas concav und da der innere Rand augenfällig etwas kürzer ist, als der vordere, so mag der vordere Rand sogar etwas convex, der entfernte Rand länger gewesen sein, um das Olecranon zu unterstützen (nach R. Owen 67′).

Der hervortretende Winkel des entfernten Endes ist nicht so stumpf, wie am Oberarm (Humerus) und zwischen den einander genäherten Rändern des Schien- (Tibia) und Wadenbeins (Fibula) befand sich wahrscheinlich ein Zwischenraum, wie bei Pl. rugosus.

Was die Grösse dieser Knochen zur angenommenen Grösse des ganzen Skelets betrifft, so müsste ich hier das früher bei Beschreibung des Oberarms (Humerus) Gesagte wiederholen. Warum aber sollte man in diesem Falle sich dazu so ungläubig verhalten, dass diese Oberschenkelbeine demselben Thiere gehörten, wie der auf Taf. VII, Fig. 1 dargestellte

Rückenwirbel, welcher mit ihnen zugleich eingebettet war. Was mich betrifft, will ich lieber zugeben, dass der Pl. Helmersenii, weit kürzere Flossen hatte, als die andern Species.

Die Substanz dieser Knochen ist eine grobzellige. Auf Tafel V, Fig. 1 *B* sieht man, dass die zellige Substanz der Knochen nach den Oberflächen zu in eine mehr dichte Masse übergeht.

Das auf Taf. XIV dargestellte Wadenbein (Fibula) welches mit dem Oberarm (Taf. XIV) zugleich bei dem Kirchdorfe Serdoba gefunden wurde, gehörte zur rechten (hintern) Flosse. Es hat eine ausgebreitete Form, die einigermassen an einen solchen Knochen beim *Pl. macrocephalus Conybeare* und bei *Pl. Hawkensii Owen* errinnert. Fig. 2 *A* zeigt die obere, *B* die zur Tibia gewandte Seite, *C* stellt die längsgefurchte Oberfläche des nächsten Randes, d. h. der Seite, mit welcher dieser Knochen der Gelenkfläche des Oberschenkelbein's anlag, dar.

Der zum Schienbein (Tibia) gewandte Rand ist steil ausgebogen, die Oberflächen am nahen und entfernten Ende, welche Gelenkflächen darbieten, sind narbig - höckerig zur Verbindung mit den zwischen den Knochen befindlichen Faserknorpeln. Die untere Seite hat der Länge nach eine Rauhigkeit zur Anheftung der verbindenden Muskel, die ganze mehr freie Oberfläche des Knochens ist mehr eben. Die Knochensubstanz ist dicht. Auf Tafel XIV ist Fig. 2 die Darstellung derselben in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse. Die grösste Dicke des nächsten Randes beträgt 0,057 m.

Auf Tafel IX, Fig. 4 *A* und *B* ist in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse ein Knochen dargestellt, welchen ich für einen Phalangen-Knochen halte und seiner grobzelligen Knochensubstanz wegen zur vorliegenden Species rechne.

Zum Schlusse meiner Betrachtungen der Theile des Skelets des Pl. Helmersenii, dessen Skelet-Länge ohne Uebertreibung zu 30 Fuss oder 9 Meter angenommen werden kann, sei mir erlaubt folgende *Schlüsse* zu machen:

1. Dass die grobzellige Substanz der Knochenmasse aller dieser Knochen beweist, dass sie Thieren von vollkommen reifem Alter angehörten

2. Dass diese Species sich charakterisirt: a) durch Erreichung einer bedeutenden Grösse, einer Länge von 30 und vielleicht noch mehr Fuss; b) durch einen besonders langen Hals von 40 und sogar noch mehr Wirbeln, deren Länge auch die grösste Länge des Halses dieser Thiere bedingte; c) durch ausnehmend kurze vordere und hintere Extremitäten, die nicht mehr, als $^1/_{22}$ der ganzen Skeletlänge ausmachten. Dabei wurde vielleicht der Mangel an Länge der Extremitäten durch eine grössere Breite derselben ersetzt, worauf—bei einer auffallend geringen Dicke—die Ausbreitung der entfernten Enden, der Oberarm- und Oberschenkelbeine, wie auch die allgemeine Form des ebenfalls dünnen Wadenbeins (Fibula) hinweist; d) wahrscheinlich durch grössere Anzahl und etwas eigenthümliche Form der End-Schwanzwirbel, deren Körper keine Haemapophysen stützen [1]), was vielleicht die verticale Richtung der

1) Bei Pl. Hawkinsii fehlten nur an 2 oder 3 kleinen Wirbeln die Haemapophysial-Anhängsel (vergl. Owen. Desc. Sp. Pl. macroceph. Conyb. p. 527 Trans. Geol. vol. V ser. 2). Bei andern Species waren ihrer vielleicht mehrere.

Schwanzflosse bedingte, welche dieser Species ihrer kurzen Extremitäten oder Flossen wegen unumgänglich nöthig war, und e) durch die Maassengrösse und Form ihrer Wirbelkörper oder Centra, welche sie von den bekannten Wirbeln aus der Kreideformation auszeichnen und ihnen mehr Aehnlichkeit mit Wirbeln aus der Jura-Formation geben.

In einen Steinbruche des Sewer'schen Osteolith's im Kurskschen Gouvernement wurden *3 Wirbelkörper* und *1 Flossenknochen* beisammen gefunden.

Diese Knochen gehörten ohne Zweifel alle dem Halse eines und desselben Pl. Helmersenii, der, wie die zartere Construction seiner Knochenmasse beweist, ein junges Individuum war, an.

Diese Wirbel sind, wie ihre allgemeine Form und ihre Gelenkflächen anzeigen, zusammengedrückt und verbogen durch den auf sie einwirkenden Druck der Bodenlast.

Der allergrösste und allerkleinste dieser Wirbel sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$) auf Tafel VIII, Fig. 2 und 3, der Flossenknochen ebenfalls, doch in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse auf Tafel VI, Fig. 5 dargestellt.

Die Darstellungen dieser Wirbel und ihrer Theile sind mit denselben Buchstaben wie früher bezeichnet und stellen sowohl die charakteristischen Kennzeichen ihrer Angehörigkeit zum Halse des bezeichneten Thieres, als auch die erlittenen Beschädigungen klar dar.

Auf der Abbildung beider Wirbel sieht man jedoch deutlich nur von einer Seite jedes derselben die Rippengelenk- oder Pleurapophysial-Flächen *pl* und zwar: bei dem ersten Wirbel von der rechten, beim zweiten von der linken Seite des Wirbelkörpers.

Die Nachbleibsel der Neurapophysial-Bogen zeigen, dass dieselben schwach waren und sich grade und einer dem andern parallel aufwärts erhoben, was beweist, dass sie vielleicht nicht unmittelbar unter einander verbunden waren und dies wieder deutet auf das jugendliche Alter des Individuums, dem sie angehörten.

Der Knochen Tafel VI, Fig. 5 zeigt jene zarte Construction des Gewebes, welche mehr den Knochen junger Thiere eigen ist.

Ohne Zweifel hat die Form der Knochen der Plesiosauren nach den bei den Wirbelthieren allgemeinen Gesetzen sich mit dem Wachsthume derselben verändert und ging von unbestimmten zu mehr bestimmten Umrissen über. Hieraus aber folgt, dass wir den auf Tafel VI, Fig. 5 dargestellten Knochen mit vollkommener Wahrscheinlichkeit als Oberschenkelbein (Femur) der linken Flosse eines noch jungen Pl. Helmersenii betrachten können. *A* zeigt dessen obere, *B* dessen untere, *C* das Profil der zum Rumpfe gewandten Seite, *D* einen Querschnitt des vordern (obern), *E* des entfernten (untern) Endes.

Wenn man diese Abbildungen mit denen auf Tafel V, Fig. 1 *A* und *B* und auf Tafel IX, Fig. 1 *A* und Fig. 2 *A* und *B* vergleicht, so bemerkt man, dass an diesem Knochen schon die Bildung sowohl des vordern, als auch des hintern Randes des Köpfchens am obern Ende und der untere Rand begonnen hat. Zugleich sieht man die Concavität des Knochens und an seinen obern und untern Enden die Spuren der Längesfurchen zur Befestigung der Muskel.

Dieser Knochen ist durch Löcher bedeutend entstellt, welche von Thieren, die sich an dem innern saftigen Theil (dem Mark) delectirten, durchbohrt wurden.

Auf Tafel VI, Fig. 4, B C D und E ist einer der beiden Knochen, welche ebenfalls im Sewerschen Osteolith des Kursk'schen Gouvernements gefunden wurden, in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse abgebildet.

Man muss annehmen, dass diese beiden Knochen Oberschenkelbeine(?), vielleicht sogar eines Pl. neocomiensis Campiche, aber von einem weit grössern Individuum, als das auf Tafel V, Fig. 4, *A* und *B* dargestellte sind und nimmt man diese Voraussetzung zur Grundlage, so stellt Bezeichnung *B* an Fig. 4 der Tafel VI die untere Seite, *C* das Profil desselben von der zum Rumpfe gewandten Seite dar, weil man am obern Ende des Knochens eine grosse Impression zur Muskelbefestigung findet, folglich ist es ein Oberschenkelbein (Femur) der rechten hintern Flosse. Bei dem allen weise ich die Möglichkeit nicht ab, dass ein weiteres Studium der Thierknochen dieser Species nicht darthun könnte, dass sie *nicht* aus der Flosse stammen, sondern *Ilium-Knochen* sind, namentlich deshalb, weil ihr nächstes Wirbel-Ende, obwohl es breit ist, doch nicht in dem Grade, wie das entfernte Ende der langen Flossenknochen und weil man am Zapfen oder entfernten Ende am Schafte eine Windung bemerkt.

4. Species. Plesiosaurus planus Owen.

Tafel VIII, Fig. 4 B' C D Fig. 5 B C und Tafel XIX, Fig. 4 — 7.

(Die Abbildungen sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$) entworfen.)

R. Owen. Supp. № 2 Cret. Sauropterygia. Palaeont. Soc. 1864. Pl. planus p. 2 — 7. Pl. I, II, III.

Die vorliegenden Wirbelkörper oder Centra sind auch im Sewer'schen Osteolith gefunden. Nach R. Owens Anweisung muss man sie für hintere Halswirbel des Pl. planus halten und zwar von Individuen verschiedener Grösse. An beiden Exemplaren sieht man Spuren der Steinmasse, in der sie eingebettet waren.

Die Bedeutung der Buchstaben ist die allgemein in meiner Beschreibung der Wirbel angenommene.

An diesen Wirbeln sind fast alle Spuren der Gelenkflächen *pr* und *pl* verschwunden.

Die Gefäss-Oeffnungen *vv* auf Zeichnung C Fig. 4 sind von auffallender Grösse, die Knochenmasse feinzellig.

Alle Veränderungen des aus den Knorpeln gebildeten Knochengewebes sind bei der Gattung Plesiosaurus Conybeare, wie überhaupt bei den Thieren der Ordnung Sauropterygia Owen (Enaliosauria de la Beche) noch anschaulicher, als wir das bei der Untersuchung der Knochen der Thiere der Ordnung Ichthyopterygia Owen, Gatt. Ichthyosaurus König (Protosaurus Home, Gryphus Wagler) sahen, zu erkennen.

Das hängt vielleicht davon ab, dass die Knochen der Sauropterygia bisweilen feinzelliger, im Allgemeinen (einige Kopfknochen ausgenommen) härter und fester sind, als die Knochen der Ichthyopterygia, obgleich bei diesen letztern der Beginn der Veränderungen des Gewebes dem bei den Säugethieren vollkommen analog ist.

Hierbei muss übrigens bemerkt werden, dass bei der Untersuchung des Knochengewebes der Ichthyopterygia eine noch grössere Aufmerksamkeit auf die äussere Gestalt der zu untersuchenden Knochen gerichtet werden muss; denn bei grösserer Complicirtheit der äussern Formen, war auch bei ihnen die Anordnung des Gewebes derselben den Bedingungen unterworfen, die von der Stelle, für welche der Knochen im allgemeinen Bau des Skelets bestimmt war, abhingen und da die Anordnung des Knochengewebes von der äussern Gestalt der Knochen abhängt, so kann sich in derselben bisweilen eine verschiedenartige Zusammensetzung ausprägen, die von nicht geringerer Bedeutung, als die vom Alter des Thieres bedingte ist. Dabei sind die vom Alter der Knochen abhängigen Veränderungen in den verschiedenen Theilen des Skelets durchaus nicht dieselben.

Der eigenartigen Bildung und Anordnung der Gewebe in den Zähnen der Thiere nicht zu erwähnen, erkennt man nothwendig, dass das Knochengewebe der flachen und dünnen Kopfknochen anders, als das der massiven Kopfknochen angeordnet ist; in den Wirbelkörpern und deren Theilen aber, wo, wie es scheint, die Anordnung des Gewebes eine noch grössere Mannigfaltigkeit darbietet, zeigt sie deutliche Unterschiede von derjenigen der Brust- und Beckenknochen, der langen und kurzen Knochen, sowohl an ihren Enden, als auch an ihren Gelenkflächen.

Je complicirter daher die Gestalt eines Knochens ist, desto mehr Aufmerksamkeit muss man bei der Untersuchung seines Gewebes darauf richten, aus welchem Theile eines solchen Knochens das von uns zu untersuchende Gewebe herstammt und von welchem Alter das Thier, dem der von uns mikroskopisch zu untersuchende Knochen gehörte, war, weil nach letzterem die Gewebe der Knochen und Knorpel in ihrer Zusammensetzung und Form sowohl hinsichtlich der allgemeinen, als auch der besondern Anordnung sehr verschiedenartig sind und es kaum möglich ist eine Unveränderlichkeit der Gewebe im Skelet, ja selbst in einem Theile desselben bei einem und demselben Thiere anzunehmen, es sei von jugendlichem oder reiferm Alter, noch endlich ein altes Subjekt, da bei der Lebensthätigkeit des Organismus kein Moment vorkommen kann, in welchem das Knochengewebe sich nicht veränderte. Es verändert sich vielmehr, es sei schneller oder langsamer, fortwährend, was auch bei der mikroskopischen Untersuchung der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht entgeht.

Mikroskopische Untersuchungen des Knochengewebes des Plesiosaurus Bernardi Owen und des Pl. pachyomus Owen?

Tafel XV und Tafel XIX, Fig. 11 und 12.

Figur 2 und 3 der Tafel XV stellen in Länges- und Querrichtung das Gewebe eines Halswirbelkörpers eines wahrscheinlich noch jungen Thieres im Punkte *m* (Taf. 1, Fig. 2), nahe der äussern Oberfläche des Knochens bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung dar.

Fig. 4 zeigt das Gewebe aus demselben Längesschnitte (Fig. 2), doch bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung.

Fig. 9 und 10 derselben Tafel (XV) zeigen die Zusammensetzung des Gewebes in den Schwanzwirbelkörpern *c c c* (Tafel 11, Fig. 3) im Punkte *m* in einem am Rande der Gelenkfläche entnommenen Querschnitte bei $^{95}/_{1}$ und $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung.

Alle diese Abbildungen bestätigen anschaulich die Annahme von dem jugendlichen Alter aller dieser Wirbel sowohl durch die Zusammensetzung (Fig. 2, 3 und 9), als auch durch die Bildung des Gewebes (Fig. 4 und 10), da man deutlich erkennt, dass das Knorpelgewebe stellenweise in der Masse des Wirbelkörpers enthalten ist, nach den Gelenkflächen hin aber eine aus mehreren Reihen bestehende zusammenhängende Schicht bildet. Um die Haversschen Kanäle *vn* herum sieht man die beginnende Bildung der concentrischen Schichten des Blastems mit den Abtheilungen der Schichte, den Knochenzellen *lk* und den Kennzeichen von Radial-Rissen und Radialhöhlungen *n*. Dabei sehen wir in den ernährenden Kanälen eine Knorpelpulpa der allerschwächsten Struktur (Osteodentin) *d''*. Was aber die Kanälchen oder Röhrchen *t* betrifft, welche Fig. 4 und 10 deutlich im Länges- und Querschnitte zeigen, so erscheinen in der ersten dieser Stadien die Röhrchen als lange Kanälchen, in der zweiten als runde, von einen hellen Streifen umgebene Punkte; ferner muss ich angeben, dass ihre Bildung, wie an Fig. 2, 4 und 9 zu sehen ist, aus grad- und krummlinigen Streifen von Knorpelzellen *kr* hervorging, in ähnlicher Weise, wie wir sie bei der Entstehung der Zahnkanälchen *tu* aus Reihen verlängerter Primärzellen *t' u'* gesehen haben, nur mit dem Unterschiede, dass die Röhrchen *t* überhaupt etwas dicker sind, als die Zahnkanälchen *tu* und nicht in compakten Schichten, sondern gleichsam in einzelnen Streifen oder Fäden liegen und dass auf jeden Fall die Anwesenheit solcher Kanälchen das Kennzeichen eines Uebergangszustandes des Knorpelknochen — in festes Knochengewebe ist. Die Kanälchen *t* sind die Spuren von Reihen verschwundener Knorpelzellen.

Die Abbildungen Fig. 4 und 10 stellen den Uebergangszustand des Knorpelgewebes in Knochengewebe mit Bildung von Knochenzellen *lk* aus Medullarknorpelzellen *kr*, sowie die Umbildung und abermalige Theilung der letztern in Tochterzellen in verschiedenen Zuständen und Stadien ihres Zerfall's und ihres Verschwindens dar.

Hier sehen wir ebenfalls, wie sich die Osteoblasten um die Pulpahöhlungen und

Haversschen Kanälchen concentrisch gruppirten und wie diese Schichten eine um die andere herum verknöcherten.

Da ich nach den äussern Kennzeichen und angeführten Beobachtungen vollkommen Grund zur Annahme habe, dass alle auf Tafel I, II, III dargestellten Wirbel des Pl. Bernardi Owen Individuen angehörten, welche noch nicht ein so reifes Alter erreicht hatten, dass man sich einen genügenden Begriff von der definitiven Structur ihres Knochengewebes machen könnte, entschloss ich mich auf Tafel XV, Fig. 1 einen alle Kennzeichen eines alten Knochens darbietenden Wirbel in halber ($^1/_2$) natürlicher Grösse darzustellen und sein Gewebe einer mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen.

Fig. *B'* zeigt die Aussenseite des hintern Gelenkendes dieses Wirbelkörpers, *D* dessen seitliche Ansicht.

Auf Tafel XV, Fig. 5 und 6 sieht man die Zusammensetzung des Knochengewebes bei Länges- und Querrichtung zur äussern Gelenkfläche im Punkte *m*. Taf. XV, Fig. 1 bei $^{95}/_1$-facher Linearvergrösserung.

Fig. 7 und 8 auf Tafel XV zeigen die Zusammensetzung des Gewebes desselben Wirbels bei $^{95}/_1$ und $^{600}/_1$-facher Linearvergrösserung im Punkte *n* an der Seitenfläche in Querrichtung.

An allen diesen Abbildungen sieht man, dass alle Gewebe von grosser Dichtigkeit sind. Das Knorpelgewebe aber an den äussern Seiten ist von bedeutender Dicke und enthält dabei eine grosse Menge von übrigens dünnen Schichten, in denen man deutlich eine grosse Reihenzahl von Knorpelzellen, welche die Röhrchen *t* bilden, sieht, das dichte Knochengewebe dagegen zeigt vollständig entwickelte Knochenzellen *lk*. In den Haversschen Kanälen in der gestaltlosen Masse (Osteodentin) *d''* treten die Stellen der sich regenerirenden Knorpelzellen als durchscheinende Flecken hervor, in den Schichten des Knorpelgewebes selbst aber Fig. 7 und 8 findet man einen Uebergangszustand der Markhöhlen und Kanäle *v'n'*, eine dichtere Verbindung der sich in die Zellen *lk* verwandelnden Zellen *kr*. Hier sieht man, wie die Zellen bei iher Vervielfältigung die Grundsubstanz verdrängten, zu ihrem Verschwinden beitrugen, wobei man annehmen kann, dass die zur Bildung des Knochens verwandten Elemente aus dem sich in den Knorpelzellen des Periostium vervielfältigenden Markgewebe hervorgingen. Auch hat man Grund anzunehmen, dass die Knorpelzellen unmittelbar nach stattgefundener Ablagerung von Kalksalzen in die Zwischenzellensubstanz sich in Knochenzellen verwandelten, die Markhöhlen und Kanäle aber des provisorischen Knochengewebes verschwanden und ein neues Haverssches System entstand.

Aus dem allem erhellt, dass der Wirbel Tafel XV, Figur 1, obgleich er von reiferm Alter ist, sich gleichwohl noch in voller organischer Thätigkeit befand.

Auf Tafel XIX, Fig. 11 und 12 ist das Gewebe des Radius der rechten Flosse eines Pl. pachyomus Owen? Tafel V, Fig. 2 im Punkte *m* in Länges- und Querrichtung bei $^{95}/_1$-maliger Linearvergrösserung dargestellt.

Hier sieht man einen Knochen von bedeutend festerer Structur mit definitiv ausgebil-

deten Zellen *lk* und mit Spuren der Knochenkanäle *t*, sowie mit den Radialhöhlungen oder Rissen *n*, welche hier ebenso deutlich zu sehen sind, wie wir dies an den Intermaxillar-Knochen der Ichthyosauren (Th. I, Taf. X, Fig. 1 und 2) gefunden haben und wie man sie an den Knochen des Physeter macrocephalus oder Cachelotte findet und obgleich alles dieses das Kennzeichen einer gewissen Reife ist, so sieht man doch, dass der untersuchte Knochen sich ebenfalls noch in voller Entwicklung organischer Thätigkeit befand, da auch in ihm die ernährenden Kanäle *vn* mit Osteodentin *d''*, welches in Knochenkörperchen zu verarbeitende Knorpelzellen enthält, angefüllt sind und um die Kanäle *vn* herum sich Blastemablagerungen gebildet haben.

Hier muss ich im Allgemeinen bemerken, dass wir an mehreren Stellen der von mir untersuchten Gewebe der Wirbel dieser Art finden, dass die Umwandlung der Knorpel in Fettzellen bis zur Mitte des Wirbelkörpers vorgerückt ist und dass Inseln von verkalkten Knorpeln zwischen den Markräumen bemerkt werden. Die von H. Müller über die Entwicklung der Knochensubstanz bei den höhern Wirbelthieren aufgestellte Ansicht (vergl. Zeitschr. für wissensch. Zoologie B. IX) hat, wie es scheint, auch für die hier betrachteten fossilen Wirbelthiere Geltung.

Mikroskopische Untersuchungen der Gewebe des Pl. neocomiensis Campiche und des Pl. gurgitis Pictet und Renevier?

Tafel XVI und XIX, Fig. 1, 2, 3.

Reste des Pl. neocomiensis Campiche haben wir aus dem Sewerischen Osteolith des Kurskschen Gouvernements und aus dem grünen Sandstein des Saratowschen Gouvernements, Kreis Petrovski, Kirchdorf Serdoba, die des Pl. gurgitis Pictet? aber nur aus dem Osteolith des Kurskschen Gouvernements.

1. Auf Taf. XVI, Fig. 1, 2, 3 sind die Studien der Gewebe eines Rückenwirbels der Taf. VI, Fig. 2 beim Punkte *m* aus dem Sewerischen Osteolith des Kurskschen Gouvernements dargestellt.

2. Taf. XVI, Fig. 4, 5, 6 stellt Studien der Gewebe eines vordern Rückenwirbels Taf. VI, Fig. 1 an der Seite der Gelenkfläche dar, welche der auf Zeichnung *B* dargestellten eines aus dem Saratowschen Gouvernement herstammenden Wirbels entgegengesetzt ist.

3. Taf. XVI, Fig. 7, 8, 9 stellt Studien des Gewebes eines aus dem Sewerischen Osteolith des Kurskschen Gouvernements herstammenden Schwanzwirbels der Taf. III, Fig. 4 am Punkte *m* dar und

4. Taf. XIX, Fig. 1, 2, 3 stellt Studien des Gewebes eines ebenfalls aus dem Sewerischen Osteolith des Kurskschen Gouvernements herstammenden Rückenwirbels des Pl. gurgitis Pictet? im Punkte *m* Taf. IV, Fig. 1 dar.

Von diesen Abbildungen stellen Fig. 1, 4, 7 und 1 die Gewebe im Längsschnitt bei

$^{95}/_1$-facher Linearvergrösserung dar. Fig. 2, 5, 8 und 2 stellen die Gewebe im Querschnitte ebenfalls bei $^{95}/_1$-facher Lin. Vergrösserung dar. Fig. 3, 6, 9 und 3 stellen die Gewebe im Querschnitte bei $^{600}/_1$-facher Lin. Vergrösserung dar.

Aus dem früher Angeführten ist uns bekannt, dass hinsichtlich der Species-Bestimmung des 1 und 3 dieser Wirbel keinerlei Zweifel obwalten, was aber den 2. Wirbel betrifft, d. h. den Wirbel auf Taf. VI, Fig. 1 so wurde früher bemerkt, dass er, weil er zusammen mit dem Wirbel Fig. 1, Taf. XI gefunden und von gleicher Versteinerung mit demselben ist, als zur Species des Pl. Helmersenii angehörig betrachtet werden kann und dass ich mich entschloss, obgleich mit Vorbehalt, den 4. dieser Wirbel (Taf. IV, Fig. 1), trotz einer gewissen Aehnlichkeit mit den Wirbeln des Pl. neocomiensis Campiche, als dem Pl. gurgitis Pictet? gehörig zu betrachten.

Wenn man die Studien dieser 4 Wirbel unter einander vergleicht, so erkennt man eine unzweifelhafte Aehnlichkeit in der Zusammensetzung und der Bildung der Gewebe des 1. und 4. Wirbels, d. h. Taf. IV, Fig. 2 und Taf. IV, Fig. 1, welche auch beide Rückenwirbel sind. An ihren Geweben findet man nur Nüancen des vom Alter abhängigen Unterschiedes; nämlich der erste dieser Wirbel Taf. IV, Fig. 2 ist jünger als der andere Taf. IV, Fig. 1, was durch die in letzterm stellenweis um die Medullarkanäle grössere Anhäufung des Blastems sich kennzeichnet und durch das äussere Ansehn und die respectiven Dimensionen dieser beiden Wirbel vollkommen bestätigt wird.

Der 3. Wirbel Taf. III, Fig. 4, ein Schwanzwirbel, ist von dem 4. Taf. IV, Fig. 1 einigermassen durch ein jüngeres Alter unterschieden und vielleicht hat er demselben Thier, wie der Wirbel Taf. VI, Fig. 2 gehört, eine Annahme, welche, wie aus den Zeichnungen selbst erhellt, durch die Dimensionen dieser beiden Wirbel gerechtfertigt wird und endlich bietet der 2. Wirbel Taf. VI, Fig. 1 auch in seinen Geweben die grösste Abweichung dar, obgleich trotzdem die Structur dieser Gewebe einige Aehnlichkeit mit der des 3., eines Schwanzwirbels Taf. III, Fig. 4 hat. Da aber die Aehnlichkeit bei gleichem oder dem Anschein nach nicht erheblich verschiedenem Alter der Thiere, welchen die Wirbel gehörten, sehr gering ist und dabei die Verschiedenheit des Habitus der Wirbel nicht entfernt die Annahme rechtfertigt, dass die Wirbel einem Thiere oder Thieren von gleicher Species und Alter gehörten, so finde ich nicht möglich, den Wirbel Taf. VI, Fig. 1 als der Species Pl. neocomiensis Campiche gehörig zu betrachten; ob er aber zur Species Pl. Helmersenii, oder zu irgend einer andern Species (?) gerechnet werden kann, das werde ich weiter unten erörtern.

Ehe wir uns zur Erklärung der an den Wirbelkörpern des Pl. neocomiensis Campiche beobachteten Eigenthümlichkeiten der Structur und Bildung der Gewebe wenden, muss bemerkt werden, dass von allen hier dargestellten Studien nur eine einzige Taf. XIX, Fig. 1 das Gewebe der äussern Oberfläche selbst, wo die dunklere knorplig knöcherne Schicht zu sehen ist, darstellt, alle übrigen Studien aber Taf. XIX, Fig. 2 und 3 und Taf. XVI, Fig.

1, 2, 3, 7, 8, 9 das tiefer unter der äussern knorplig knöchernen Schicht in der Masse des Wirbelkörpers liegende Knochengewebe darstellen.

Dabei muss man aber nicht ausser Acht lassen, dass alle Wirbelkörper der Species Pl. neocomiensis Campiche an der äussern Oberfläche ebenfalls von einer knorplig-knöchernen Schicht überzogen sind, doch zeigt diese Schicht Knorpelzellen, welche, reihenweise gelagert, die Kanäle *t* bildeten, keine streifige Schichtung, wie wir sie bei den Studien der Wirbelkörper des Pl. Bernardi Owen Taf. XV, Fig. 6 und 9 trafen. In der Masse des harten Knochens zwischen den von concentrischen Schichten festen Blastems umgebenen Medullarkanälen bemerkt man ziemlich viel Knorpelknochenmasse mit den Merkmalen von Kanälchen *t* und Knorpelzellen *kr*, welche sich in Knochenkerne *lk* verwandeln, deren Ausläufer im Allgemeinen lang sind und sich bedeutend in das Gewebe der festen Knochenmasse dieser Species verästeln.

Auf Taf. XVI, Fig. 10, 11, 12 finden wir Studien der von der äusseren Oberfläche entfernten tieferen Gewebe des Oberschenkelbeins (Femur) Taf. V, Fig. 4 im Punkte *m*; von denselben stellt Fig. 10 das Knochengewebe in der Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung dar. Die Studie Fig. 11 stellt das Gewebe in einer zur äusseren Oberfläche des Knochens queren Richtung, ebenfalls bei $^{95}/_{1}$ facher Linearvergrösserung dar und Fig. 12 zeigt einen Theil dieses Querschnitts des Knochengewebes, aber bei $^{600}/_{1}$ Linearverg.

Aus diesen Studien sehen wir, dass die äusserste Schicht dieses Knochens aus einer schwachen gleichförmigen (gestaltlosen, amorphen) knorpligen Masse besteht. Auf diese Schicht folgt mehr in der Tiefe des Knochens eine sich allmählig zur Verknöcherung vorbereitende Masse, in welcher man Knorpelhöhlen *kr*, welche sich in ihr zahlreich vermehrt haben, antrifft und dazwischen sieht man Höhlungen ohne Ausläufer *rl*, welche in dem Raume zwischen den Haversschen Kanälen in Osteoblasten-Zellchen *r'l'* übergehen.

Diese ganze Masse aber stellt ein transitorisches Knochengewebe dar, dem auf Taf. XV, Fig. 7 und 8 bei denselben Vergrösserungen abgebildeten ähnlich, mit Medullarhöhlungen und Kanälen *r'n'* des provisorischen Knochengewebes.

In der Masse dieses Oberschenkelbeins finden wir keine Lagerung der Knorpelzellen in Reihen, welche die Bildung der Kanälchen *t* vorbereitet, wohl aber den Anfang der Bildung der die Medullarhöhlen umgebenden concentrischen Schichten in demselben Grade, wie wir dieses an den Schwanzwirbeln *ccc* des Pl. Bernardi Owen Taf. II, Fig. 3 (vergl. auch Taf. XVI, Fig. 11 und 12 mit Taf. XV, Fig. 9 und 10) beobachtet haben.

Aus dem allem erhellt unzweifelhaft, dass dieses Oberschenkelbein, wie ich angenommen habe, einem Thiere von noch vollkommen jugendlichem Alter angehört hat, in dessen Knochengeweben wir vergeblich nach beständigen oder unveränderlichen Unterschieden suchen würden.

Taf. XVI, Fig. 13, 14, 15 bietet uns die Studien von Geweben einer auf Taf. V, Fig. 6 abgebildeten Rippe, im Punkte *m*.

Von diesen Studien veranschaulicht die erste die Struktur der Gewebe in longitudinaler

und die zweite in transversaler Richtung bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung, die Studie Fig. 15 zeigt das Gewebe in transversaler Richtung, aber bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung.

Aus diesen Beobachtungen ist ersichtlich, dass diese Rippe einem ziemlich reifen Thiere gehört hat, da in derselben als in einem Knochen, in welchem die Verknöcherung später auftrat, als in anderen Theilen des Knochengerüstes, ein erheblicher Grad von Verknöcherung zu erkennen ist und im Inneren der Rippe keine Spuren einer Höhlung oder Schwäche des Gewebes zu finden sind, der Knochen im Gegentheil vollkommen gleichförmig erscheint.

Aus den Studien Fig. 13 und 14 sehen wir, dass die äussere Schicht der Rippe aus Knorpelgewebe besteht, in welchem deutlich Knorpelzellen zu sehen sind. Diese Schicht ist dünn, aber auf dieselbe folgt eine Knochenmasse mit Höhlungen ohne Ausläufer *rl*, welche sich in Osteoblasten-Zellchen *r'l'* und ächte Knochenzellen mit Ausläufern *lk* und Haversschen Kanälchen verwandeln, doch findet man in diesem Gewebe noch Röhrchen *t*. Weiter folgt eine durchsichtige Knochenschicht, in welcher man nur Knochenzellen *lk* mit Merkmalen ihrer Ausläufer *tl* sieht. Die Haversschen Kanäle sind mit Osteodentin angefüllt.

Auf Fig. 15 sehen wir deutlich die Röhrchen *t* bei zahlreich im Gewebe vorherrschenden Osteoblastenzellchen *r'l'*.

Taf. XIX, Fig. 8, 9 und 10 stellt Studien des Gewebes der Speiche (Radius) eines Pl. neocomiensis Campiche? Taf. IX, Fig. 3 im Punkte *m* dar.

Die Studien Fig. 8 und 9 stellen das Gewebe in Längs- und Querrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung dar und die Studie Fig. 10 zeigt die Structur des Gewebes an einem Querschnitt bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung.

Obgleich aus diesen das Knochengewebe nicht an der äussersten Oberfläche des Knochens darstellenden Abbildungen auch ersichtlich ist, dass in demselben zwischen den Haversschen Kanälen noch stellenweise ein Uebergangszustand aus Knorpelknochengewebe in einen Knochen mit Andeutungen der Röhrchen *t* erkennbar ist, so muss man dennoch, da ununterbrochene Strecken mehr durchsichtigen Knochengewebes mit vollständig ausgebildeten Knochenzellen *lk* einen im Vergleich zum Knorpelknochengewebe grösseren Raum des Knochens einnahmen und im Osteodentin selbst schon eine bedeutende Vermehrung der Knorpelzellen zu sehen ist, daraus schliessen, dass dieser Knochen einem Thiere von reiferm Alter gehörte, der Charakter seines Gewebes aber gleicht in jeder Hinsicht am meisten dem Charakter des Gewebes, welches wir in dem auf Taf. IV, Fig. 2 (vergl. Taf. XIX, Fig. 10 mit Taf. XVI, Fig. 3) abgebildeten Rückenwirbel sehen, dieser Wirbel aber zeigt alle charakteristischen Kennzeichen der Wirbel der Species *Pl. neocomiensis Campiche*.

Mikroskopische Untersuchungen der Knochengewebe des Pl. planus Owen.

Taf. XIX, Fig. 4, 5, 6 und 7.

Die dargestellten Abbildungen bieten Studien der Gewebe eines näher zum Rumpfe liegenden Halswirbels des Pl. planus Owen Taf. VIII, Fig. 4 im Punkte *m* und zwar stellt

Fig. 4 auf Taf. XIX das Gewebe in longitudinaler, Fig. 5 in transversaler Richtung bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung dar; Fig. 6 und 7 zeigen uns die Structur des Gewebes im Querschnitte der Fig. 5, jedoch bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung.

Von diesen letzteren Abbildungen stellt die erste, d. h. Fig. 6 das Knochengewebe in einem festern, die zweite Fig. 7 in einem schwächern Theile des Knochens dar.

An Fig. 4 ist besonders die Verästelung der Medullarkanäle und die Schicht des Knorpels *kr*, welche näher zur äussern Oberfläche rund um den Wirbelkörper in seiner ganzen Ausdehnung herumgeht, bemerkenswerth. Die Schicht, welche die obere Decke des Wirbels bildete, ist dünn und bestand wahrscheinlich aus Knorpelgewebe — dieselbe ist nämlich an dem vorliegenden Exemplare fast gar nicht erhalten.

Auf Fig. 5 sehen wir die Medullarkanäle mit Osteodentin *d''* angefüllt; einer derselben ist von Knorpelknochengewebe in transitorischem Zustande umgeben, mit Medullarkanälen *r'n'* von ebenfalls temporärem Charakter, der andere Haverssche Kanal aber ist schon von Schichten eines definitiv ausgebildeten Knochengewebes mit einer bedeutenden Anzahl sich von dem Haversschen Hauptkanal verbreitender ernährender Kanäle umgeben. Die Abbildung zeigt uns die Radial-Höhlungen oder Radialrisse *n* und an vielen Stellen zwischen den ernährenden Kanälen Knochengewebe von provisorischer Structur mit Knorpelzellen *kr*, welche durch verschiedene Grade der Umwandlung in Höhlungen ohne Ausläufer *rl* und Osteoblastenzellen *r'l'* in Knochenzellen übergehen, wie dies die Abbildungen Fig. 6 und 7 deutlich veranschaulichen.

Ausserdem zeigen uns die letzten dieser Zeichnungen eine Lagerung der Zellen in Reihen, die Bildung der Kanäle *v'n'* des provisorischen Knochengewebes repräsentirend.

Der Grad der Reife der Structur des Knochengewebes in diesem Wirbelkörper kommt dem Reifegrade des Knochengewebes des Oberschenkelbeins (Femur. Taf. V, Fig. 4 vergl. Taf. XIX, Fig. 4 und 5 mit Taf. XVI, Fig. 10 und 11) einigermassen gleich, und wenn man in Betracht zieht, dass die Ossification bei den Plesiosauren im Allgemeinen in den Halswirbeln bedeutend früher eintreten musste, als in den Gliedmassen, so müssen die Thiere, denen diese Knochen, nämlich der Wirbel Taf. VIII, Fig. 4 und der Oberschenkel Taf. V, Fig. 4 gehörten, von vollkommen gleichem Alter gewesen sein.

Die Bestimmung der Species dieser Knochen, des Wirbels und Oberschenkels, habe ich nach Angabe ihrer Specieskennzeichen, welche von R. Owen festgestellt worden sind, festgesetzt, ohne meine Aufmerksamkeit fürs erste auf den mikroskopischen Bau ihrer Gewebe zu richten.

Dann sehen wir noch einige Aehnlichkeit in der Structur der Gewebe des Wirbels des Pl. planus Taf. VIII, Fig. 4 und des Wirbelkörpers auf Taf. VI, Fig. 1 (vergl. Taf. XIX, Fig. 4, 5 und 6 mit Taf. XVI, Fig. 4, 5 und 6) und diese Aehnlichkeit ist dadurch um so wichtiger, dass diese Wirbel nach dem allgemeinen Habitus in der That einer Species des Plesiosaurus angehören können. Für eine solche Annahme sprechen: 1) die verhältnissmässig geringe Länge dieser beiden Wirbelkörper bei voller Beachtung dessen, dass der

eine zu den hinteren Halswirbeln, der andere zu den vorderen Rückenwirbeln gehört; 2) die elliptische Gestalt ihrer Gelenkflächen; 3) eine gewisse Convexität ihrer untern Fläche; 4) die bedeutende Grösse der foramina *v. v*, welche zum Durchgange der Gefässe dienten und 5) das feinzellige Knochengewebe beider Wirbelkörper.

Bei dem allem weist übrigens die bedeutend geringere Grösse der Gelenkflächen dieser beiden Wirbel (Taf. VIII, Fig. 4 und Taf. VI, Fig. 1) unzweifelhaft darauf hin, dass das Thier, welchem der zweite Wirbel gehörte älter war, als dasjenige, welchem der erste gehörte, vorausgesetzt, dass beide zu einer Species gehörten und in der That zeigen sich die Gewebe des Wirbels Taf. VI, Fig. 7, wie wir gesehen haben, bedeutend mehr verknöchert, als die Gewebe des Wirbels Taf. VIII, Fig. 4.

Mikroskopische Untersuchungen der Gewebe des Pl. Helmerseni im.

Tafel XVII und XVIII.

Von dieser Plesiosaurus-Species, die ebenso wie die Species Ichthyosaurus Compylodon Cart. für den Siwerischen Osteolith und überhaupt für den ganzen grünen Sandsteinboden des südlichen Russlands charakteristisch ist, habe ich Exemplare aus dem Kurskischen und Saratovschen Gouvernement.

Im Kurskschen fand ich Ueberreste dieser Thiere von verschiedenem Alter, sowohl in der Masse der Schichte des Sewerischen Osteoliths, als auch im Sande, welcher diese Masse umgiebt; die Saratovschen Exemplare aus dem Kirchdorf Serdoba Kreis Petrovski aber wurden, wie bekannt, an die Akademie der Wissenschaften gesandt und stammen aller Wahrscheinlichkeit nach aus der dort blosgelegten, unserm Kurskschen, den Sewerischen Osteolith enthaltenden Sandsteine synchronistischen, Sandsteinschicht.

Taf. XVII, Fig. 1, 2, 3 stellt Studien der Gewebe aus einem Halswirbel (Exemplar der Akademie) Taf. XI, Fig. 2 im Punkte *m* dar.

Taf. XVII, Fig. 4, 5, 6 stellt Studien der Gewebe ebenfalls aus einem Halswirbel (Kursksches Exemplar) Taf. VIII, Fig. 2 im Punkte *m* dar.

Taf. XVII, Fig. 7, 8, 9 stellt Studien der Gewebe aus einem Rückenwirbel (Exemplar der Akad.) Taf. XII, Fig. 1 im Punkte *m* dar.

Taf. XVII, Fig. 10, 11, 12, 13 stellt Studien der Gewebe auch aus einem Rückenwirbel (Kursksches Exemplar) Taf. VII, Fig. 2 im Punkte *m* dar.

Taf. XVII, Fig. 14 stellt Studien der Gewebe ebenfalls aus einem Rückenwirbel (Kursk. Exempl.) Taf. VII, Fig. 1 im Punkte *m* dar.

Taf. XVII, Fig. 15 stellt Studien der Gewebe aus einem Schwanzwirbel (Exempl. d. Akad.) Taf. XIII, Fig. 3 im Punkte *m* dar.

Taf. XVII, Fig. 16 stellt Studien der Gewebe auch aus einem Schwanzwirbel (Kursk. Exempl.) Taf. VII, Fig. 3 im Punkte *m* dar.

Von diesen Abbildungen geben Fig. 1, 4, 7, 10, 15 und 16 die Structur der Gewebe in der Längesrichtung der Wirbelkörper bei $^{95}/_1$-facher Linearvergrösserung.

Fig. 13 veranschaulicht das Knorpelknochengewebe in longitudinaler Richtung auch bei $^{95}/_1$-facher Linearvorgrösserung. Diese Abbildung stammt von einem Objecte aus dem Wirbel Taf. VII, Fig. 2.

Es ist das Gewebe der Knochenschicht, welche in grösserer oder geringerer Dicke die ganze äussere Oberfläche der untersuchten Wirbel umgiebt.

Fig. 2, 5, 8, 11 und 14 zeigen die Structur der Gewebe von Wirbelkörpern ebenfalls bei $^{95}/_1$-facher Linearvergrösserung in trasversaler Richtung.

Fig. 3 und 12 stellen die Structur der Gewebe aus den Längesschnitten Fig. 1 und 10 doch bei $^{600}/_1$-facher Linearvergrösserung dar.

Fig. 6 und 9 stellen die Structur der Gewebe aus Transversalschnitten Fig. 5 und 8 bei $^{600}/_1$-facher Linearvergrösserung dar.

Aus allen diesen Abbildungen ist ersichtlich, dass die Gewebe dieser Wirbel einander dermassen ähnlich sind, dass man sie für Gewebe aus Wirbelkörpern von Thieren nicht nur derselben Species, sondern von annähernd gleichem Alter und dabei, wie der bedeutende Ossificationsgrad zeigt, von wahrscheinlich vollständig reifem Alter betrachten kann.

In allen diesen Wirbelkörpern sind die Medullarkanäle mit amorpher Osteodentinmasse *d''* angefüllt, was beweist, dass diese Wirbel sich noch verhältnissmässig kurze Zeit vor ihrer Versteinerung in voller organischer Thätigkeit befanden. Der letzte Umstand wird noch mehr dadurch bestätigt, dass in dem Osteodentin Krystalle von Kieselkalkspath und andern Salzen sichtbar sind, welche in dasselbe nur nach Inhumation der Thiere und erst nach vollkommener Entblössung der Skelete hineingerathen konnten und folglich war in diesem Falle der von dem Tode der Thiere bis zum Beginn der Versteinerung ihrer Knochen verflossene Zeitraum dermassen kurz, dass sich in ihren Haversschen Kanälen ein so schwaches Osteodentin erhalten hatte, welches diese Kanäle so vollständig anfüllte, dass in dasselbe Lösungen eindringen konnten, aus denen sich dicht vom Osteodentin umgebene Krystalle bildeten.

Die Knochenzellen *lk* sind von einer einander an Grösse, Umriss und Verästelung der Ausläufer *tl* ähnlichen Form. In den Zwischenräumen der Haversschen Kanäle findet man in diesen Wirbelkörpern kaum bemerkbare Kennzeichen des Uebergangszustandes von den ebenfalls Röhrchen *t* enthaltenden Knorpel- zu den Knochengeweben.

Die Gewebe der Hals- und Rückenwirbel weisen einen etwas höhern Grad von Verknöcherung auf, als die Schwanzwirbel, was an den schwächeren Schichten des Blastems um die Haversschen Kanäle herum zu sehen ist. Die Verknöcherung konnte in der That bei den Schwanzwirbeln etwas später eintreten, als in den Hals- und Rückenwirbeln; in jedem Falle übrigens begann bei dieser Species der Plesiosauren die Verknöcherung (besonders an

den Halswirbeln) dem Anscheine nach sehr früh und ging rasch von statten. Dies sieht man daran, dass Wirbel von, im Vergleich mit andern zu ungeheurer Grösse gelangten Wirbeln derselben Species, bedeutend kleinerer Dimension und, wie ihr Habitus uns überzeugt, von jüngeren Thieren, schon eine vollständige Ossification darbieten. Die frühzeitige und rasche Ossification der Hals- und Rückentheile des Skelets bildete vielleicht eine Specieseigenthümlichkeit des Pl. Helmersenii, als eines Thieres, welches von allen uns bis dato bekannten Plesiosauren den längsten Hals besass?

Fig. 13 zeigt uns nicht nur die ossificirte Rindenschicht des Knorpels, sondern auch Reste der periostalen mit Kieselspath-Krystallen angefüllten Knochenschicht.

In der Knorpelknochenschicht sieht man dieselbe Structur, welche an den Wirbeln des Pl. Bernardi (vergl. Taf. XV), beobachtet wurde. Hier sieht man ebenfalls die strichweise Bildung dieser Schicht und die Lagerung der Knorpelzellen in Reihen, aus welchen die Röhrchen *t* entstanden.

Wenn man die Gewebe der Wirbelkörper des Pl. Helmersenii, welche auf Taf. XVII abgebildet sind, mit den Geweben der auf Taf. XVI und Taf. XIX, Fig. 1, 2, 3 dargestellten Wirbel vergleicht, so findet man eine bei weitem grössere Aehnlichkeit in der Structur ihrer Gewebe, nur mit dem Unterschiede, dass die Knochengewebe der Wirbelkörper des Pl. neocomiensis unzweifelhafte Kennzeichen eines jüngern Alters zeigen. Dieses wird nämlich daraus klar, dass bei ihnen die Zwischenräume der Hawers'schen Kanäle eine bedeutende Quantität von Knorpelknochengewebe, wie es dem Uebergangszustande eigen ist, mit den Röhrchen *t* enthalten.

Eine so grosse Aehnlichkeit in der mikroskopischen Structur der Gewebe der Wirbelkörper des Pl. neocomiensis und des Pl. Helmersenii bei fast gleicher Altersreife, aber so grossen äussern Verschiedenheiten dieser Thiere, nämlich: kleinerem Wuchse des Pl. neocomiensis, verbunden mit sehr festem Bau des ganzen Skelets, im Vergleich mit einem schwächeren Bau bei riesigen Dimensionen des Pl. Helmersenii, giebt sie nicht Grund zur Annahme, dass diese Thiere nicht sowohl von verschiedener Species, als vielmehr von verschiedenem Geschlechte waren? oder mit anderen Worten, wäre es nicht folgerichtiger, eine derartige Aehnlichkeit in der mikroskopischen Structur bei dem erwähnten äussern Habitus der Thiere nicht einer Verschiedenheit der Species der Thiere, sondern den sexuellen Verschiedenheiten der Individuen zuzuschreiben? Eine solche Annahme wäre nicht nur durch die synchronistische Existenz, sondern auch durch dieselbe Oertlichkeit ihres Aufenthalts berechtigt, denn wo die Ueberreste des einen dieser Thiere angetroffen werden, findet man auch die des andern.

Jedoch eine solche allzu abstracte und kühne Vermuthung könnte nur durch weitere palaeontologische Entdeckungen und durch eine ganze Reihe von Beobachtungen an den jetzt lebenden Fischzitzthieren und Sauriern, z. B. am Pottwall (Physeter), Delphin, Krokodill, Gawial u. a. einigermassen bestätigt werden.

Die Aehnlichkeit der Structur der Gewebe der Wirbelkörper auf Taf. VII und IV,

Fig. 1 wird aus dem Vergleiche mit den Studien der Gewebe auf Taf. XVII, Fig. 14 und Taf. XIX, Fig. 2 in solchem Grade deutlich, dass ich nicht im geringsten darüber zweifelhaft bin, dass diese Wirbel einer Species des Plesiosaurus angehören, nämlich der Species Pl. Helmersenii, nur mit dem Unterschiede, dass ich den Rückenwirbel auf Taf. VI, Fig. 1 für den eines jüngern Thieres halte, als dasjenige war, von dem der Wirbel Taf. VII, Fig. 1 herstammt, nach seinen äussern Dimensionen aber für einen Wirbel anerkenne, der den auf Taf. VIII, Fig. 2 und 3 dargestellten, nach meiner Meinung ebenfalls von einem jungen Thiere der Species Pl. Helmersenii stammenden Halswirbeln entspricht. Dabei muss ich jedoch bemerken, dass der Wirbel auf Taf. IV, Fig. 1 einen unzweifelhaft typischen Charakter und eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Wirbeln des Pl. latispinus Owen (vergl. Supp. № 11. Monogr. of the foss. Rept. of the Cretac. Form. by Prof. R. Owen. Palaeont. Society 1864) darbietet, jedoch benutze ich diese Andeutung nicht zur Bestimmung des betrachteten Fossils, da mir die mikroskopische Structur der Gewebe der Wirbelkörper des Pl. latispinus Owen vollständig unbekannt ist. Die äussere Form dieses Wirbelkörpers rechtfertigt wohl die früher von mir angeführte Annahme, aber es wäre sonderbar in diesem Falle nach einem einzigen Wirbel eine ganze besondere Thier-Species einzuführen und dadurch die Rubrik in der Liste der betrachteten Fossilien aus dem Sewerischen Osteolith zu vergrössern.

Ich will hier nur noch bemerken, dass auf Taf. VII, Fig. 5 des 1. Theils dieser Abhandlung ein Knochen dargestellt ist, welchen ich als einen Ast eines Zungenbeins (os hyoideum) eines Ichthyosaurus Compylodon Carter betrachtete.

Dieser Knochen hat in seiner äussern Form eine grosse Aehnlichkeit mit dem Knochen Fig. 1 Pl. IX, welcher in Supp. № 11 erwähnt wird und von Professor R. Owen für ein Hüftbein oder Hüftstück desselben Pl. latispinus Owen angesehen wurde. Der mikroskopische Bau unseres Knochens (Th. 1 Taf. XVII, Fig. 6 *A*, *A'* und *B*) zeigt eine dem Gewebe des Wirbels Taf. IV, Fig. 1 (vergl. Th. 2, Taf. XIX, Fig. 1, 2, 3) ähnliche Structur.

An den Abbildungen *A* und *A'*, welche bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung ausgeführt sind, ist ersichtlich, dass in diesem Knochen die Haversschen Kanäle umfangreich und mit Osteodentin *d''*, in welchem Knorpelzellen *kr* erscheinen, angefüllt sind und die Studie *B*, bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvorgrösserung, zeigt, dass die Haversschen Kanäle nur mit einer dünnen Knochenschicht mit Höhlungen *lk* umgeben sind, im Zwischenraume dieser Kanäle *vn* aber sieht man bedeutende Knochenstrecken im Uebergangszustande mit Osteoblasten *rl* und *r'l'*.

Taf. XVIII, Fig. 1, 2, 3 bietet Studien der Gewebe aus dem Oberarm der linken Flosse (Exemplar der Akademie) Taf. XIV, Fig. 1 im Punkte *m* eines vollständig ausgewachsenen Thieres.

Taf. XVIII, Fig. 4, 5, 6 sind Studien der Gewebe aus dem Oberschenkelbeine (Femur) einer linken Flosse (Kursk. Exempl.) Taf. IX, Fig. 2 im Punkte *m* eines wahrscheinlich noch jugendlicheren Thieres, als dasjenige, von welchem der vorerwähnte Knochen herrührt.

Taf. XVIII, Fig. 7, 8, 9, 10 und 11 bietet Studien der Gewebe aus dem entfernten Ende des Oberarms (Humerus) einer rechten Flosse (Kursk. Exempl.) Taf. V, Fig. 5 im Punkte *m* und *n* eines ebenfalls jungen Thieres.

Taf. XVIII, Fig. 12 und 13 — Studien aus einem Oberschenkelbeine (Femur) einer linken Flosse (Kursk. Exempl.) Taf. VI, Fig. 5 im Punkte *m* eines wahrscheinlich ebenfalls jungen Thieres.

Taf. XVIII, Fig. 14, 15, 16 — Studien aus dem Wadenbeine (Fibula, Exempl. d. Akad.) Taf. XIV, Fig. 2 im Punkte *m* eines Thieres desselben Alters, wie dasjenige, dem der Oberarm (Humerus) Taf. XIV, Fig. 1 gehörte.

Von diesen Zeichnungen oder Studien stellen Fig. 1, 4, 7, 12, 14 die Structur der Gewebe in Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvergrösserung dar.

Die Zeichnungen Fig. 2, 5, 8, 10, 13 und 15 zeigen die Structur derselben Gewebe doch in Querrichtung und ebenfalls bei $^{95}/_{1}$-facher Linearvorgrösserung und endlich die Zeichnung Fig. 3 zeigt uns das Gewebe im Querschnitt (Fig. 2), doch bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung; Fig. 6 ebenfalls aus einem Querschnitt (Fig. 5) bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung; Fig. 9 ebenfalls aus dem Querschnitt (Fig. 8) bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung; Fig. 11 ebenfalls aus dem Querschnitte (Fig. 10) bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung und Fig. 16 desgleichen aus dem Querschnitt (Fig. 15) bei $^{600}/_{1}$-facher Linearvergrösserung.

Alle erwähnten Untersuchungen zeugen davon, dass der Humerus und die Fibula Taf. XIV, Fig. 1 und 2 (vergl. Taf. XVIII, Fig. 1, 2, 3 und 14, 15, 16) einem Thiere oder zwei dem Alter nach einander sehr nahe stehenden Thieren gehörend, den Beweis liefern, dass diese Knochen kurze Zeit nach dem Tode der Thiere, deren Skelete sich noch in voller organischer Thätigkeit befanden, dem Processe der Versteinerung unterlagen. An diesen Knochen sieht man an der äusseren Seite eine Knorpelschicht, mit Verwandlung des Knorpelknochengewebes in Knochengewebe, die Knochenröhrchen *t* und die von amorpher Osteodentinmasse *d''* angefüllten Medullarkanäle. Dabei kann noch bemerkt werden, dass diese Knochengewebe schon in ihrem Baue eine Verknöcherung von längerer Dauer aufweisen, denn im Osteodentin sieht man in hohem Grade Knorpelbildungen *kr*, die Röhrchen *t* aber sind kaum zu unterscheiden und nehmen den Charakter von Ausläufern *tl* der Knochenzellen, welche eine mehr abgerundete Form *l''k''* haben, an.

Fig. 4, 5, 6 zeigen, dass das Oberschenkelbein Taf. IX, Fig. 2, obgleich von bedeutenden Dimensionen, welche Anlass geben, dasselbe als demselben Thiere, wie die Knochen Taf. XIV, Fig. 1 und 2 zugehörig zu betrachten, dennoch nach seinem Gewebe von etwas jüngerer Entstehung ist, besonders Fig. 6, wo Knochenzellen von mehr runder Gestalt *l''k''* zu sehen sind: zum äussern Rande des Knochens aber sieht man eine peripherische knorpligknöcherne Zellschicht in der anfänglichen metamorphischen Periode, wo die Knorpelzellen *kr* im Processe ihrer Theilung in Tochterzellen begriffen erscheinen. Wenn wir uns die höchst wahrscheinliche Annahme erlauben, dass bei den *Sauropterygien*, wie auch bei den

Ichthyopterygien die hintern oder Beckengürtel-Gliedmassen sich später als die vordern oder Brustgürtel-Gliedmassen entwickelten, so kann man mit aller Wahrscheinlichkeit annehmen, dass beide auf Tafel IX, Fig. 1 und 2 abgebildete Oberschenkelbeine, d. h. aus der rechten und linken Flosse, einem Thiere von gleichem Alter, wie das, von welchem der Oberarm und das Wadenbein auf Taf. XIV, Fig. 1 und 2 herstammte, gehörten, wie wir dies früher erläutert haben.

Fig. 7, 8, 9, 10 und 11 stellen Gewebe eines jungen Oberarmbeins (Humerus) Taf. V, Fig. 5 dar, in welchem nur um einige Haverssche Kanäle die Bildung einer Schicht echten Knochengewebes mit Knochenzellen *lk* zu sehen ist, die übrige Masse aber noch verschiedene Stufen des Uebergangszustandes des Knorpelknochengewebes, in welchem, wie auf Taf. IX und XI deutlich zu sehen ist, die verschiedenen Zustände der aus *rl* in *r'l'* umgewandelten Knochenhöhlen erkennbar sind, sowie das Erscheinen wirklicher Knochenhöhlungen mit radialen Ausläufern *lk*, welche niemals um die Mitte oder ihr Centrum concentrische Streifen darstellen können, weil sie wirkliche, zwischen den Zellen im Blastem nachgebliebene leere Räume sind, wie Fig. 9 deutlich veranschaulicht, die Haversschen Kanäle aber erscheinen von einer dünnen Schicht Blastem *bl* umgeben und mit amorpher Osteodentinmasse *d''* angefüllt.

Die Abbildungen Fig. 12 und 13 zeigen ebenfalls die Structur eines eben so jungen und noch schwachen Gewebes aus dem Oberschenkelbeine der linken Flosse Taf. VI, Fig. 5.

Bei der Bestimmung dieses Knochens nach seiner äussern Gestalt erklärte ich, dass ich bereit wäre, denselben für einen Knochen der noch nicht seine definitive Form erlangt habe, zu halten und dass dieser Knochen offenbar verschiedenen äussern Gewaltthätigkeiten unterworfen war, stark abgerieben und etwas beschädigt ist. Alles dies schwächt allerdings die Grundlagen, welche zur Bestimmung des Knochens dienten, daher bleibt nach Untersuchung seiner Gewebe nur das unzweifelhaft, dass dieser Knochen in der That einem noch jungen Thiere gehört hat; da ich aber zu glauben geneigt bin, dass bei den Plesiosauren die Bildung der hintern Flossen eine spätere, als die der Vorderflossen war, so konnte das Oberschenkelbein (Femur) im betrachteten Zustande nach meiner Meinung dem Oberarmbeine (Humerus), welches die Tafel V, Fig. 5 und Tafel X, Fig. 4 abgebildete Gestalt erreicht hatte, entsprechen.

In den hier vorgestellten vergleichenden mikroskopischen Untersuchungen des Knochengewebes des Plesiosaurus babe ich die Dimensionen ihrer einzelnen Theile aus dem Grunde nicht durch numerische Grössen ausgedrückt, weil es vollständig unmöglich ist die genaue mittlere Grösse der Zellen mit ihren Verästelungen und die Grösse der Durchmesser und die Länge der verschiedenen Röhrchen und Kanäle anzugeben, denn dies alles ist nicht zu bestimmen und selbst bei einem Objectiv nicht gleichartig, wäre überdies auch von geringem Nutzen, da die Dimensionen, welche zu bestimmen möglich ist, den genauen Zeichnungen in bedeutender Vergrösserung stets bequem entnommen und ohne besondere Mühe auf die natürliche Grösse zurückgeführt werden können.

Die Hauptrolle in derartigen Fragen spielt begreiflicher Weise der Charakter des Gewebes, daher wandte ich mein Hauptaugenmerk auf eine möglichst genaue und vollständige Darstellung des Charakters des Gewebes, sowohl bei schwacher, als auch bei starker Vergrösserung und in dieser Hinsicht ist, Dank der Geschicklichkeit, dem Eifer und der Gewissenhaftigkeit meines Mitarbeiters, des Künstlers W. J. Atschujev (Ачуевъ) der Zweck einer solchen Bemühung vollständig erreicht.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Abbildungen sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$) abgenommen.)

Plesiosaurus Bernardi Owen.

Fig. 1. Halswirbel aus dem mittlern Theile des Halses. *B*. Vordere oder zum Kopfe gewandte Gelenkfläche des Wirbelkörpers. *C*. Dessen untere Seite und *D*. Seiten-Ansicht desselben mit Angabe der Form und Richtung der Sprossen *pl* und Befestigungen *np*.

Fig. 2. Ein ebensolcher Wirbel von einem kleineren Individuum. *B*, *C* und *D* stellen dieselben Seiten, wie bei Fig. 1 dar.

Fig. 3. Ein Halswirbel wie der erstere. *B'* stellt die hintere oder zum Rumpfe gewandte Seite, *D* die seitliche Ansicht dar.

Fig. 4. Noch ein solcher Halswirbel. *B*, *C* und *D* bezeichnen dieselben Seiten, wie früher.

Fig. 5. Ansicht der Vertiefung (Concavität) in der Mitte einiger Gelenkflächen der Körper oder Centra solcher Halswirbel.

Tafel II.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Abbildungen sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$).

Plesiosaurus Bernardi Owen.

Fig. 1. Rückenwirbel mit Bezeichnung der Restauration der verstümmelten Theile durch Punkte. *B* Vordere Seite. *C* Untere Seite. *D* seitliche Ansicht. *n* Gewölbe (Arc) des Rückenmarkkanals. *pl* Rippe oder Pleurapophysis. *np* Bogen des Gewölbes des Rückenmarkkanals oder Neurapophysis. *pr* Dornfortsatz und *zz* Prae- und Post-Zygapophysis.

Fig. 2. Oberer Theil des Gewölbes des Rückenmarkkanals eines Rückenwirbels. *A* Ansicht der hintern Seite. *B* seitliche Ansicht. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben ist die frühere.

Fig. 3. Ein Theil der Wirbelsäule aus dem Schwanze, stellt 3 Wirbelkörper oder Centra *c*, *c*, *c* dar. *A* seitliche Ansicht. *B* Quer-Ansicht der zum Kopfe gewandten Seite. Die Zeichen *np* und *pr* haben die frühere Bedeutung, *h* zeigt die Haemapophysis oder den Bogen des Kanals der Blutgefässe.

Tafel III.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Alle Zeichnungen sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$) entworfen).

Fig. 1. Wirbel aus dem obern Theile des Schwanzes eines *Pl. Bernardi* Owen. *B* Ansicht der vordern Seite, *B'* der hintern Seite der Gelenkfläche. *C* untere Seite. *D* seitliche Ansicht des Wirbels. Die Zeichen *h* an der vordern und *h'* an der hintern Seite zeigen die Abdrücke der Anlehnung der Haemapophysen. Alle übrigen Zeichen haben die frühere Bedeutung.

Fig. 2. Ein dem Schwanzende nah liegender Wirbel eines *Pl. Bernardi* Owen. *A* Ansicht des Wirbelkörpers von oben. *B* dessen vordere Gelenkfläche. *C* untere Seite desselben. *D* seitliche Ansicht.

Fig. 3. Auch ein Wirbel aus dem Schwanzende eines *Pl. Bernardi* Owen (vielleicht aber auch ein Halswirbel eines jungen Thieres derselben Species. Die Merkmale sind nämlich nicht deutlich, so dass letztere Annahme die richtigere sein kann).

Fig. 4. Schwanzwirbel eines *Pl. neocomiensis* Campiche. Die Zeichen *A*, *B* und *D* haben die früheren Bedeutungen, *np* und *pl* zeigen die Gelenkflächen des Wirbelkörpers mit den Neuro- und Pleurapophysen.

Tafel IV.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Abbildungen sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$).

Fig. 1. Rückenwirbel eines *Pl. gurgitis* Pictet und Ren.? *B*, *C* und *D* bezeichnen dieselben Seiten des Wirbelkörpers wie früher, die übrigen Buchstaben haben auch die frühere Bedeutung.

Fig. 2. Rückenwirbel eines *Pl. neocomiensis* Campiche. Die Bezeichnungen bleiben dieselben.

Fig. 3. Ein Wirbel aus dem Schwanzende eines *Pl. neocomiensis* Campiche. Die Zeichen haben die frühere Bedeutung. Durch die Richtung der Pfeile bei Fig. 1 und 3 *D* und Fig. 2 *C* ist die zum Kopfe gewandte Seite der Wirbel bezeichnet.

Tafel V.

Versteinerungen aus der Sammlung von W. A. Kiprijanoff.

(Die Darstellungen sind in $^1/_2$ natürlicher Grösse.)

Fig. 1. Oberschenkelbein (Femur) eines *Plesiosaurus Helmersenii*. *A* obere, *B* die zum Rumpfe gewandte Seite.

Fig. 2. Speiche (Radius) aus der rechten Flosse eines *Pl. pachyomus* Owen? *A* untere, *B* Innen-, *C* obere Seite. *D* Untere Gelenkfläche.

Fig. 3. Oberarm (Humerus) eines *Ples. neocomiensis* Campiche. *A* Ansicht der obern, *B* der zum Rumpfe gewandten Seite.

Fig. 4. Oberschenkelbein (Femur) eines *Pl. neocomiensis* Campiche. *A* und *B* bezeichnen dieselben Seiten, wie Fig. 3.

Fig. 5. Ansicht der obern Seite des entfernten (untern) Endes des Oberarms (Humerus) aus der rechten Flosse eines *Pl. Helmersenii.*

Fig. 6. Oberes Ende einer Rippe eines *Pl. neocomiensis* Campiche. *A* Ansicht von der Seite, *B* von der Innenseite, *C* der obern Gelenkfläche der Rippe. *D* Schnitt nach ihrer Queraxe.

Tafel VI.

A. Versteinerungen, welche dem Museum der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften gehören und im Petrov'schen Kreise des Saratov'schen Gouvernements beim Kirch-Dorfe Sserdoba gefunden sind.

(Die Zeichnungen sind in $^1/_2$ natürlicher Grösse.)

Fig. 1. Körper eines Rückenwirbels eines *Pl. neocomiensis* Campiche? und zwar wahrscheinlich eines Rückenwirbels aus dem Vordertheile des Rückgrats. *A* Ansicht des Wirbelkörpers von oben, zeigt den Boden des Rückenmarkkanals *n* und die Stellen der Neurapophysial-Gelenkflächen *np*. *B* Darstellung der Gelenkfläche des Wirbelkörpers.

Fig. 2. Körper eines Rückenwirbels eines *Pl. neocomiensis* Campiche. Alle Zeichen haben die frühern Bedeutungen. Zeichen *vv* giebt, wie dort, die Oeffnungen (foramina) für die Gefässe an.

Fig. 3. Schwanzwirbel eines *Pl. neocomiensis* Campiche. Die Zeichen haben dieselbe Bedeutung wie früher.

B. Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Zeichnungen sind in halber natürlicher Grösse ($^1/_2$).

Fig. 4. Oberschenkelbein (Femur) der rechten Flosse eines *Pl. neocomiensis* Campiche? *B* Untere Seite des Knochens. *C* Profil der zum Rumpfe gewandten Seite. *D* und *E* Umrisse der Querschnitte des Knochens nach den Linien, welche mit Sternchen bezeichnet sind (* und **).

Fig. 5. Oberschenkelbein (Femur) aus der linken Flosse eines jungen Plesiosaurus, (des *Pl. Helmersenii?*). *A* obere, *B* untere, *C* die zum Rumpfe gekehrte Seite und *D* und *E* Umrisse der Querschnitte des Knochens nach den angegebenen Sternchen.

Tafel VII.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Abbildungen sind in halber natürlicher Grösse ($^1/_2$).

Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. Ein Centrum oder Körper aus dem Vordertheile des Rückgrats (aus Posashkowo).

Fig. 2. Ein gleicher Körper.

Fig. 3. Einer der letzten Schwanzwirbel. Alle Zeichen und Pfeile haben die früheren Bedeutungen.

Tafel VIII.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Darstellungen sind in natürlicher Grösse ($^1/_1$).

Fig. 1. Vorderer Halswirbel eines ausgewachsenen *Pl. Helmersenii* n.

Fig. 2 und 3. Halswirbel eines jungen *Pl. Helmersenii* n.

Fig. 4 und 5. Körper oder Centra von hintern oder aus der Halswurzel stammenden Wirbeln der Spec. *Pl. Planus* Owen, von Individuen verschiedener Grösse. Alle Zeichen wie auch die Pfeile haben die frühern Bedeutungen.

Tafel IX.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

(Die Zeichnungen sind in $^1/_2$ natürlicher Grösse).

Fig. 1. Oberschenkelbein (Femur) aus der rechten Flosse eines *Pl. Helmersenii*, n. reifen Alters.

Fig. 2. Noch ein Oberschenkelbein (Femur) aus der linken Flosse desselben Individuums. *AA* Ansicht der obern Seite der Knochen und *B* Profil eines Knochens der linken Flosse von der zum Rumpfe gewandten Seite.

Fig. 3. Speiche (Radius) aus der Flosse eines *Pl. neocomiensis* Campiche?

Fig. 4. Phalangenknochen eines *Pl. Helmersenii*, n. *A* Ansicht der untern Seite. *B* Profil derselben.

Tafel X.

Versteinerungen aus der Sammlung W. A. Kiprijanoff's.

Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. Gelenkköpfchen des Oberendes eines Oberarmbeins (Humerus) eines ausgewachsenen Thieres. Zeichnung in natürlicher Grösse ($^1/_1$). *A* Ansicht von oben, *B* seitliche Ansicht und *C* vordere Ansicht.

Fig. 2. Obere Gelenkfläche eines gleichen Köpfchens, aber eines weit grösseren Individuums in natürlicher Grösse dargestellt, mit einiger Restauration nach den in der Sammlung befindlichen Bruchstücken.

Fig. 3. Ein langer Knochen der Flosse, welcher für ein Oberarmbein (Humerus) der linken Flosse eines Pl. Helmersenii n. angenommen wird? Er ist mit den Querschnitten n^1 und n^2 in halber natürlicher Grösse ($^1/_2$) dargestellt.

Fig. 4. *A* und *B* unteres Ende eines Oberarms (Humerus) in $^1/_2$ natürlicher Grösse. *A* Ansicht seiner obern Seite und *B* Ansicht der Gelenkflächen seines entfernten Endes.

Tafel XI.

Versteinerungen, welche dem Museum der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften gehören aus dem Petrov'schen Kreise des Saratov'schen Gouvernements beim Kirch-Dorfe Sserdoba.

(Die Darstellungen sind in halber natürlicher Grösse (1/2).

Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. *A*, *B*, *C* und *D*. Ein Wirbelkörper aus dem vordern Theile des Halses.

Fig. 2. *A*, *B'*, *C* und *D* und Fig. 3 *B*, *C* und *D*. Wirbelkörper oder Centra aus dem untern Theile des Halses oder der Halswurzel. Die Zeichen und Pfeile haben die frühern Bedeutungen.

Tafel XII.

Versteinerungen, welche dem Museum der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften gehören, Fundort im Petrov'schen Kreise des Saratov'schen Gouvernements beim Kirch-Dorfe Sserdoba.

(Die Zeichnungen sind in halber natürlicher Grösse (1/2).

Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. *A*, *B'*, *D* und Fig. 2 *A*, *B*, *C* und *D* Wirbelkörper oder Centra eines Rückenwirbels. Alle Zeichen und Pfeile haben die frühere Bedeutung. An Fig. 1 *A* und *B* ist mit Linien die Restauration des Wirbelkörpers, so weit sie möglich war, angegeben.

Tafel XIII.

Versteinerungen, welche dem Museum der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften gehören, Fundort im Petrov'schen Kreise des Saratov'schen Gouvernements beim Kirch-Dorfe Sserdoba.

(Die Zeichnungen sind in halber natürlicher Grösse (1/2).

Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. *B'*, *C* und *D* und Fig. 2 *B'* und *C* Wirbelkörper aus dem obern Theile oder der Wurzel des Schwanzes.

Fig. 3. *A*, *B'*, *C* und *D* und Fig. 4 *B* und *D* Wirbelkörper aus dem untern Theile des Schwanzes.

Tafel XIV.

Versteinerungen des Museums der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften, aus dem Petrov'schen Kreise des Saratov'schen Gouvernements beim Kirchdorfe Sserdoba.

(Die Zeichnungen sind in $^1/_2$ natürlicher Grösse).

Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. *A*, *B*, *C*, *D* Oberarmbein (Humerus) der linken Flosse eines reifen Thieres.

Fig. 2. *A*, *B*, *C* Wadenbein (Fibula) der rechten Flosse desselben Thieres. Zeichen *t* bezeichnet die Vertiefungen der Gelenkflächen des entfernten (untern) Endes, alle übrigen Zeichen haben die frühere Bedeutung.

Tafel XV.

Mikroskopische Untersuchungen der Knochen-Gewebe der Wirbel eines Plesiosaurus Bernardi Owen.

Fig. 1. Wirbelkörper eines ausgewachsenen Thieres. *B'* Ansicht der hintern Gelenkfläche und *D* Seiten-Ansicht.

Fig. 2. Gewebe aus der Aussenseite eines Halswirbels eines jungen Thieres bei Längesrichtung des Schnitts (Taf. I, Fig. 2) bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 3. Gewebe desselben Wirbels bei Querrichtung des Schnitts bei derselben Vergrösserung.

Fig. 4. Gewebe aus einem Durchschnitte von Fig. 2 bei $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 5. Gewebe bei Längesrichtung des Schnitts eines Rückenwirbels eines ausgewachsenen Thieres (Fig. 1 *B'* und *D* Taf. XV) bei $^{95}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 6. Gewebe bei Querrichtung des Schnitts aus der Gelenkfläche beim Punkte *m* desselben Wirbels und bei voriger Vergrösserung ($^{95}/_1$).

Fig. 7. Gewebe desselben Wirbels bei derselben Vergrösserung am Punkte *n* aus der seitlichen Oberfläche bei Querrichtung des Schnitts.

Fig. 8. Gewebe der äussern Knorpelschicht aus einem Querschnitte der Fig. 7 aber bei $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 9. Gewebe eines Schwanzwirbels (Taf. II, Fig. 3) bei Querrichtung des Schnitts aus dem Rande der Gelenkfläche entnommen bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 10. Gleiches Gewebe, doch bei $^{600}/_1$-mal. Vergrösserung.

Tafel XVI.

Mikroskopische Untersuchungen des Knochengewebes des Pl. neocomiensis Campiche.

Fig. 1. Gewebe nach der Längesrichtung des Schnitts aus einem Rückenwirbel (vergl. Taf. IV, Fig. 2 *B*, *C*) bei $^{95}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 2. Gewebe aus demselben Wirbel nach der Querrichtung bei voriger Vergrösserung ($^{95}/_1$).

Fig. 3. Gewebe auch nach der Querrichtung aus dem Durchschnitt der Fig. 2, doch bei $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 4. Gewebe nach der Längesrichtung aus einem Rückenwirbel (vergl. Taf. VI, Fig 1) bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 5. Gewebe nach der Querrichtung aus demselben Wirbel bei voriger Vergrösserung.

Fig. 6. Gewebe aus dem Querschnitte Fig. 5, doch bei $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergr.

Fig. 7. Gewebe nach der Längesrichtung aus einem Schwanzwirbel (vergl. Taf. III, Fig. 4, *A*, *B*, *D*) bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 8. Gewebe aus demselben Wirbel nach der Querrichtung bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 9. Gewebe aus einem Querschnitte der Fig. 8, doch bei $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 10. Gewebe aus dem Oberschenkelbeine (Femur) nach der Längesrichtung (vergl. Taf. V, Fig. 4 *A* und *B*) bei $^{95}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 11. Gewebe desselben Knochens nach der Querrichtung von der äussern Seite aus dem Innern des Knochens genommen, bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 12. Gewebe eines gleichen Durchschnitts der Fig. 11, aber bei $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 13. Gewebe aus einer Rippe nach der Längesrichtung (vergl. Taf. V, Fig. 6, *A*, *B*, *C* und *D*) bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 14. Gewebe desselben Knochens in Querrichtung bei $^{95}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 15. Gewebe aus dem Querschnitte der Fig. 14, doch $^{600}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Tafel XVII.

Mikroskopische Untersuchungen an Knochengeweben der Wirbel des Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. Gewebe eines Halswirbels nach der Längesrichtung (vergl. Taf. II, Fig. 2, *A*, *B'*, *C*, *D*) bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 2. Gewebe desselben Wirbels nach der Querrichtung bei derselben Vergrösserung.

Fig. 3. Gewebe aus einem Längesschnitt der Fig. 1, aber bei $^{600}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 4. Gewebe eines Halswirbels nach der Längesrichtung (vergl. Taf. VIII, Pig. 2, *B'* und *C*) bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 5. Gewebe desselben Wirbels nach der Querrichtung bei der vorigen Vergrösserung ($^{95}/_1$).

Fig. 6. Gewebe aus einem Querschnitt der Fig. 5, aber bei $^{600}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 7. Gewebe eines Rückenwirbels nach der Längesrichtung (vergl. Tafel XII, Fig. 1) bei $^{95}/_1$-mal. Lin.-Vergrösserung.

Fig. 8. Gewebe desselben Wirbels nach der Querrichtung bei $^{95}/_1$-maliger Lin.-Vergrösserung.

Fig. 9. Gewebe aus einem Querschnitt der Fig. 8, aber bei $^{600}/_1$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 10. Gewebe eines Rückenwirbels nach der Längesrichtung (vergl. Taf. VII, Fig. 2, *B*, *B'* und *D*) bei $^{95}/_1$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 11. Gewebe desselben Wirbels nach der Querrichtung bei $^{95}/_1$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 12. Gewebe aus einem Längesschnitte der Fig. 10, aber bei $^{600}/_1$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 13. Knorpelgewebe im Längesschnitte desselben Wirbels durch die Gelenkfläche in's Innere des Knochens bei $^{95}/_1$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 14. Gewebe eines Rückenwirbels beim Querschnitte (vergl. Taf. XII, Fig. 1, *B*, *B'*, *D* und *C*) bei $^{95}/_1$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 15. Gewebe eines Schwanzwirbels beim Längesschnitte (vergl. Taf. XIII, Fig. 3, *A*, *B'*, *C* und *D*) bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 16. Gewebe eines Schwanzwirbels bei Längesrichtung des Schnitts (vergl. Taf. VII, 3, *A*, *B* und *D*) bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Tafel XVIII.

Mikroskopische Untersuchungen des Knochengewebes der Extremitäten (Maassglieder) eines Plesiosaurus Helmersenii n.

Fig. 1. Gewebe des Oberarmbeins (Humerus) der linken Flosse eines vollkommen ausgewachsenen Thieres (vergl. Taf. XIV, Fig. 1) bei Längesrichtung des Schnitts und bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 2. Gewebe desselben Knochens bei Querrichtung des Schnitts und bei derselben ($^{95}/_{1}$) Vergrösserung.

Fig. 3. Gewebe aus einem Querschnitte der Fig. 2, aber bei einer $^{600}/_{1}$-fachen Lin.-Vergrösserung, stellt vollständige Verknöcherung des Knorpelgewebes dar.

Fig. 4. Gewebe des Oberschenkelbeins (Femur) der linken Flosse (Tafel IX, Fig. 2) in Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 5. Gewebe desselben Knochens in Querrichtung bei derselben ($^{95}/_{1}$) Lin.-Vergrösserung.

Fig. 6. Gewebe aus einem Querschnitte der Fig. 5, aber bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung, stellt die stufenweise Verknöcherung des Knorpelgewebes dar.

Fig. 7. Gewebe des entfernten Endes des Oberarmbeins (Humerus) der rechten Flosse (Tafel V, Fig. 5) nach der Linie *m* aus dem vordern Rande in Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 8. Gewebe desselben Knochens bei Querrichtung des Schnitts bei Punkt *m* und bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 9. Gewebe aus dem Querschnitte der Fig. 8, aber bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung, stellt eine stufenweise Verknöcherung des Knorpelgewebes dar.

Fig. 10. Gewebe des Knochens auf Tafel V, Fig. 5, aus dem zum Rumpfe gewandten Rande bei Punkt *n* im Querschnitte bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 11. Dasselbe Gewebe der Fig. 10 bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 12. Gewebe des Oberschenkelbeins (Femur) der linken Flosse eines wahrscheinlich jungen Thieres (Tafel VI, Fig. 5) in Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 13. Gewebe desselben Knochens im Querschnitte bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 14. Gewebe des Wadenbeins (Fibula) der Tafel XIV, Fig. 2 in Längesrichtung bei derselben ($^{95}/_{1}$) Vergrösserung.

Fig. 15. Gewebe desselben Knochens in Querrichtung bei derselben ($^{95}/_{1}$-fachen) Vergrösserung.

Fig. 16. Gewebe aus dem Querschnitte der Fig. 15, aber bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Tafel XIX.

Mikroskopische Untersuchungen der Knochengewebe.

Fig. 1. Gewebe aus dem Körper eines Rückenwirbels eines *Pl. gurgitis* Pictet? und zwar eines ausgewachsenen Individuums (vergl. Tafel IV, Fig. 1) in Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 2. Gewebe desselben Wirbels im Querschnitte bei derselben Vergrösserung ($^{95}/_{1}$).

Fig. 3. Gewebe aus dem Querschnitte der Fig. 2, aber bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 4. Gewebe aus dem Körper eines entfernten (untern) Halswirbels eines *Pl. planus* Owen (vergl. Tafel VIII, Fig 4) in Längesrichtung bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 5. Gewebe desselben Wirbels im Querschnitte bei derselben Vergrösserung ($^{95}/_{1}$).

Fig. 6. Gewebe aus demselben Querschnitte (Fig. 5) bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 7. Gewebe aus demselben Querschnitte der Fig. 5 und bei derselben ($^{600}/_{1}$-fachen) Vergrösserung, aber aus einer schwächern Knochensubstanz.

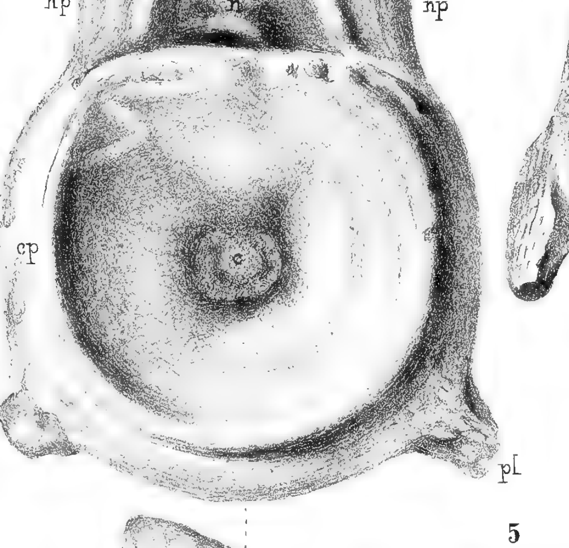
Fig. 8. Gewebe eines Radius (Speiche) eines *Pl. neocomiensis* Campiche? (Tafel IX, Fig. 3) bei Längesrichtung des Schnitts und bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

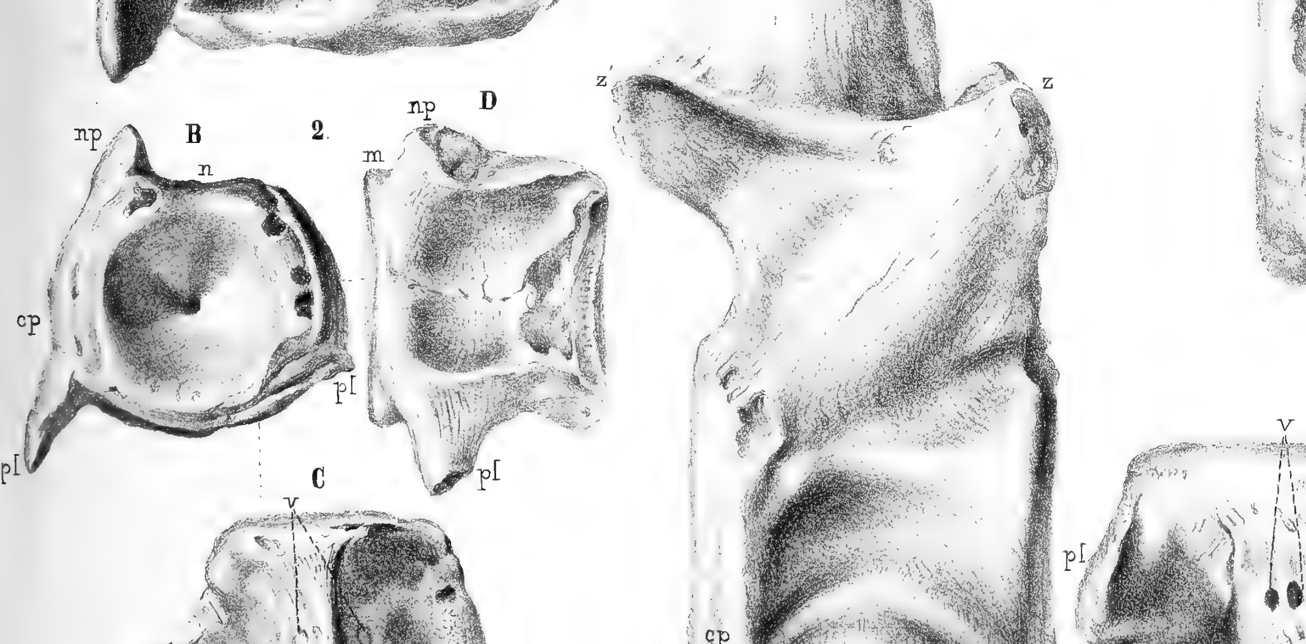
Fig. 9. Gewebe desselben Knochens im Querschnitte bei derselben Vergrösserung.

Fig. 10. Gewebe aus dem Querschnitte der Fig. 9, aber bei $^{600}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 11. Gewebe eines Radius (Speichenbeins) der rechten Flosse eines *Pl. pachyomus* Owen? (Tafel V, Fig. 2) bei Längesrichtung des Schnitts und bei $^{95}/_{1}$-facher Lin.-Vergrösserung.

Fig. 12. Gewebe desselben Knochens bei einem Querschnitte bei gleicher ($^{95}/_{1}$-facher) Vergrösserung.





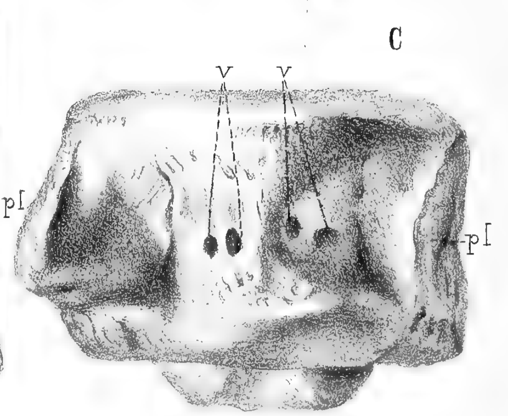


Рис. съ нат. В. Ачуевъ. Лит. Ш. Ивансонъ. СПБ.

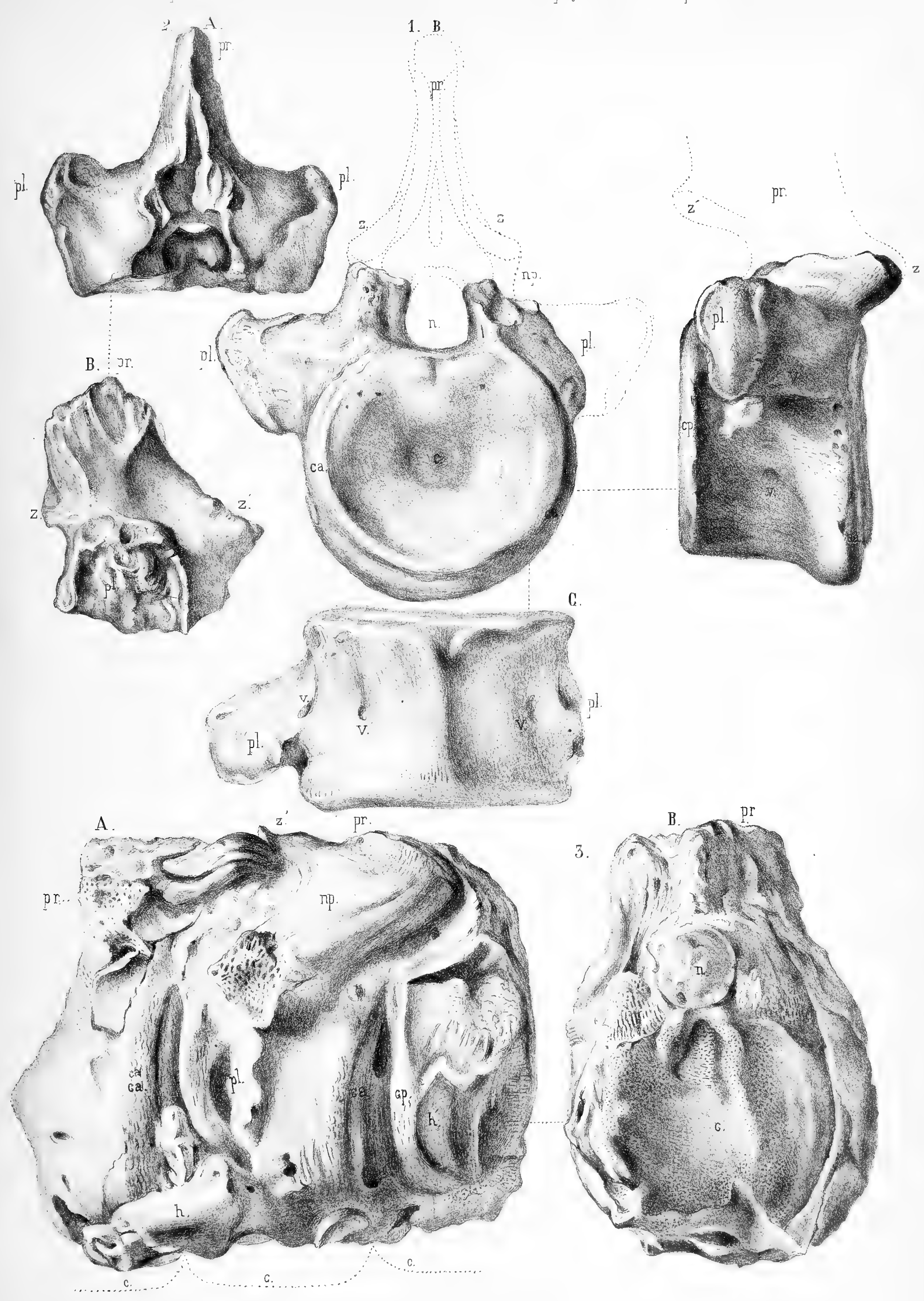


Рис съ нат В. Ачуевъ.
Лит. И. Ивансонъ СПБ

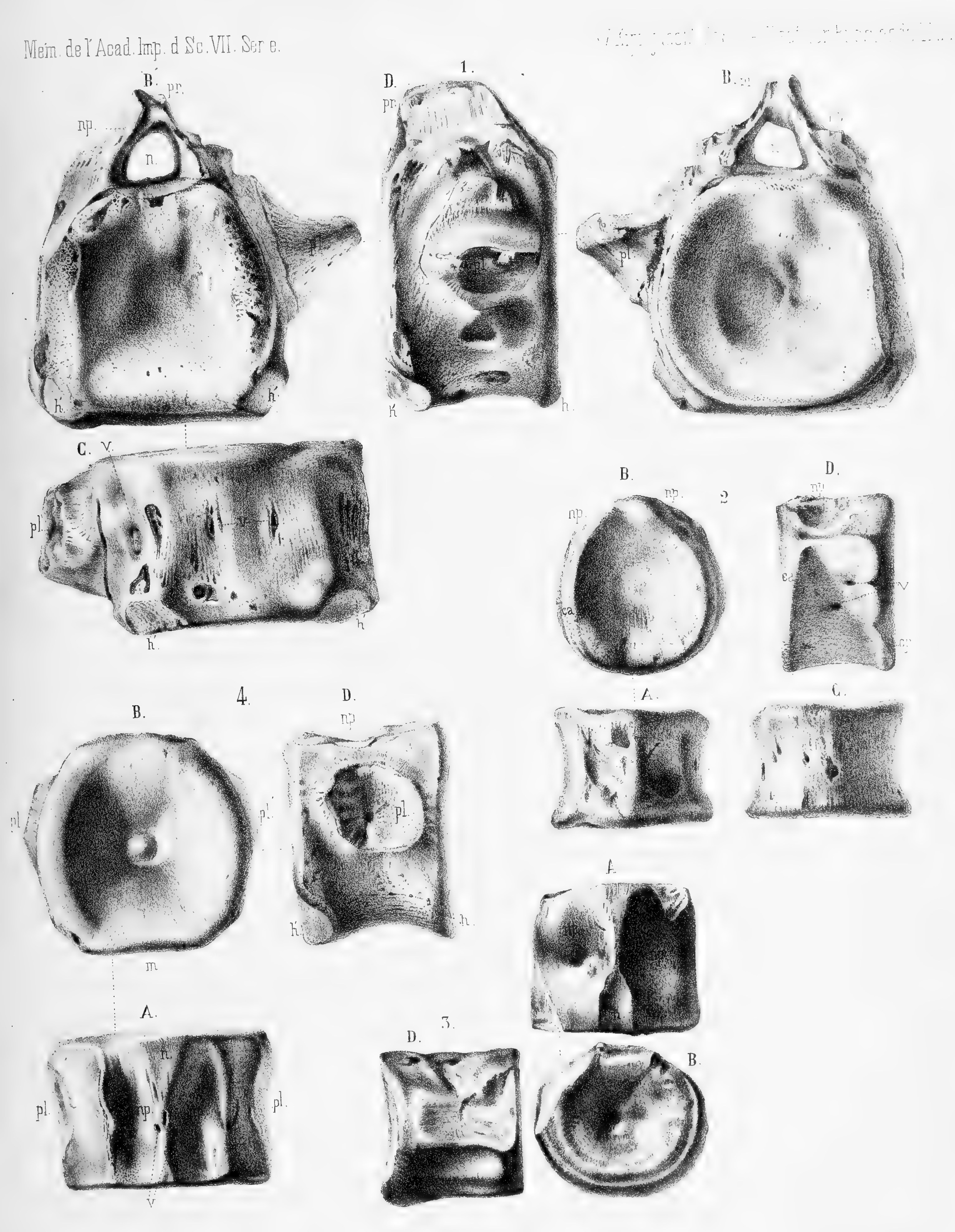
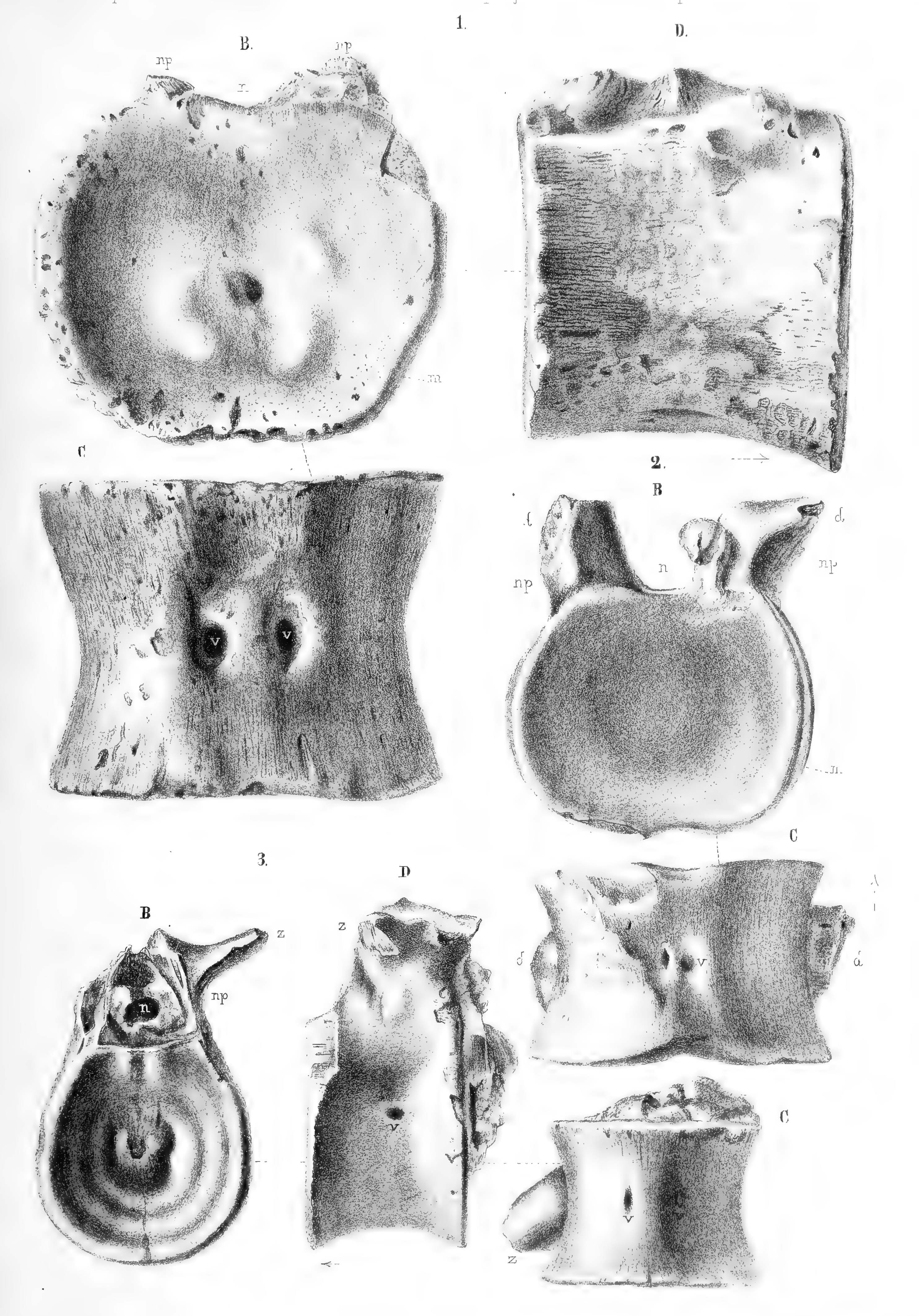
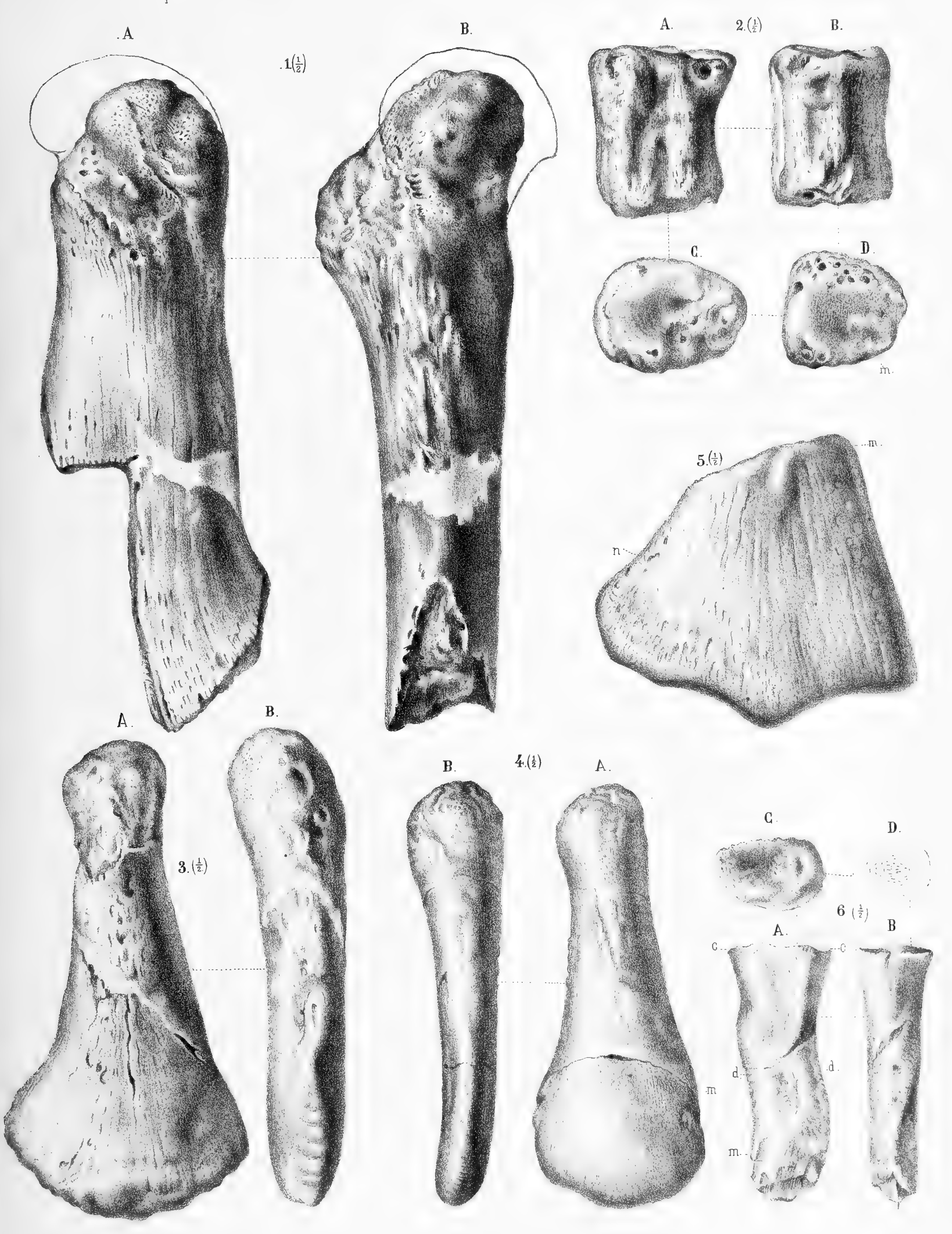


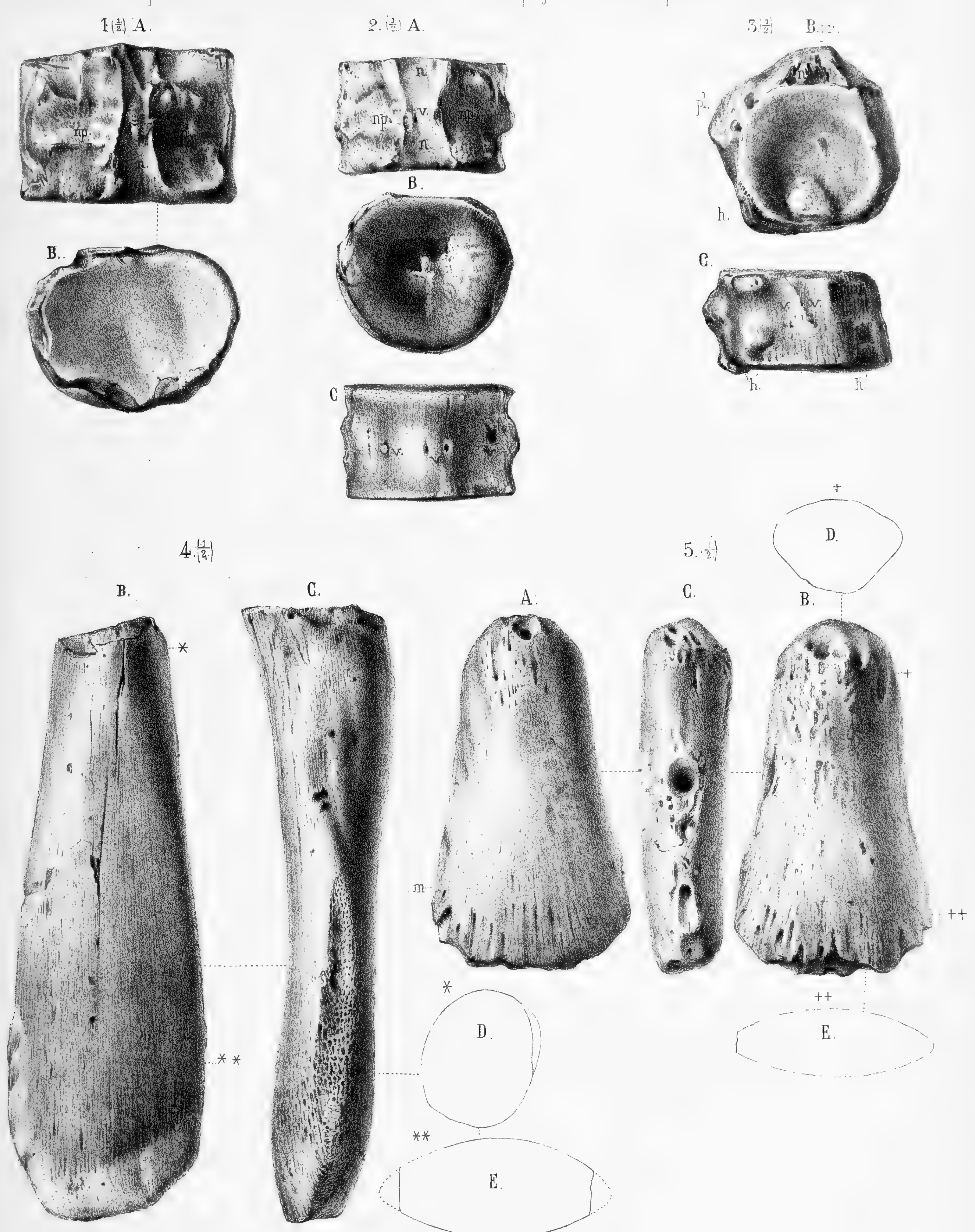
Рис. съ нат. В. Ачуевъ.


1.
B.
np
n
np
D.
m
C
v
v
2.
B
d
d
n
np
np
m
C
d
v
d
3.
D
B
z
z
np
n
v
C
v
z



Рисовалъ с нат. В. Агуевъ.

Лит. Ивансона С.П.Б.


1 (1/2) A.
np.
B.
2. (1/2) A.
n.
np.
v.
n.
B.
C.
v.
3 (1/2) B.
p.
h.
C.
v.
h.
h.
4. (1/2)
B.
C.
*
**
D.
E.
5. (1/2)
A.
C.
B.
D.
+
m.
++
E.

pr.
d.
B'.
n.
np.

1. (½) pr. D.
d.

pr
B.
d.
n.
np.

C.
v.
v.

3. (½)
A.
V
n.
V

B.
np. n np.

D.
m.
v

pr. B. 2. (½)
d.
n.
d.

pr.
B.
d.
n.
d

pr.
D.
d.
m.

Рис. съ нат. В. Ачуевъ.

Лит. Ивансона. С.П.Б.

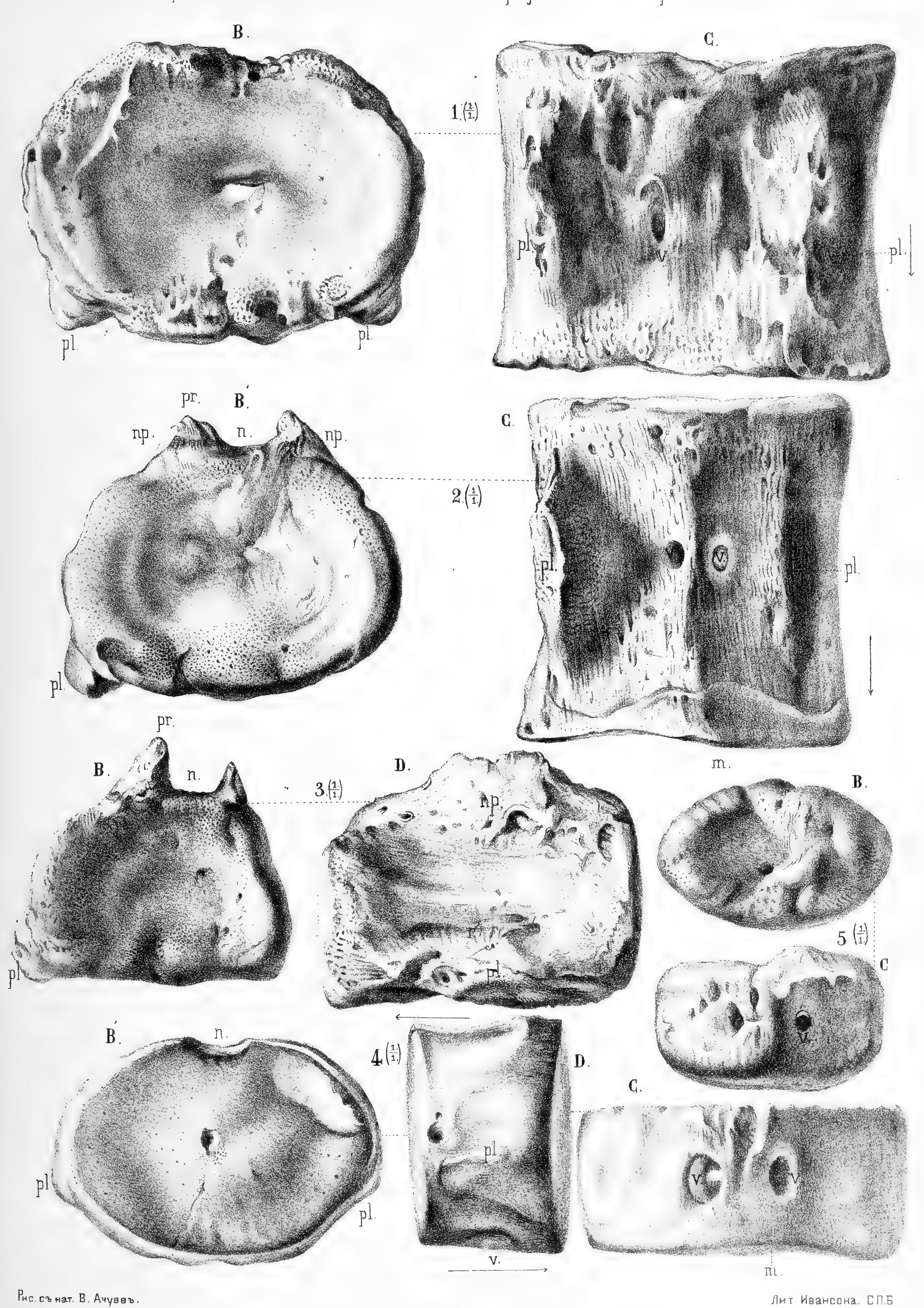


Рис. съ нат. В. Ачуевъ. Лит. Ивансона. СП.Б

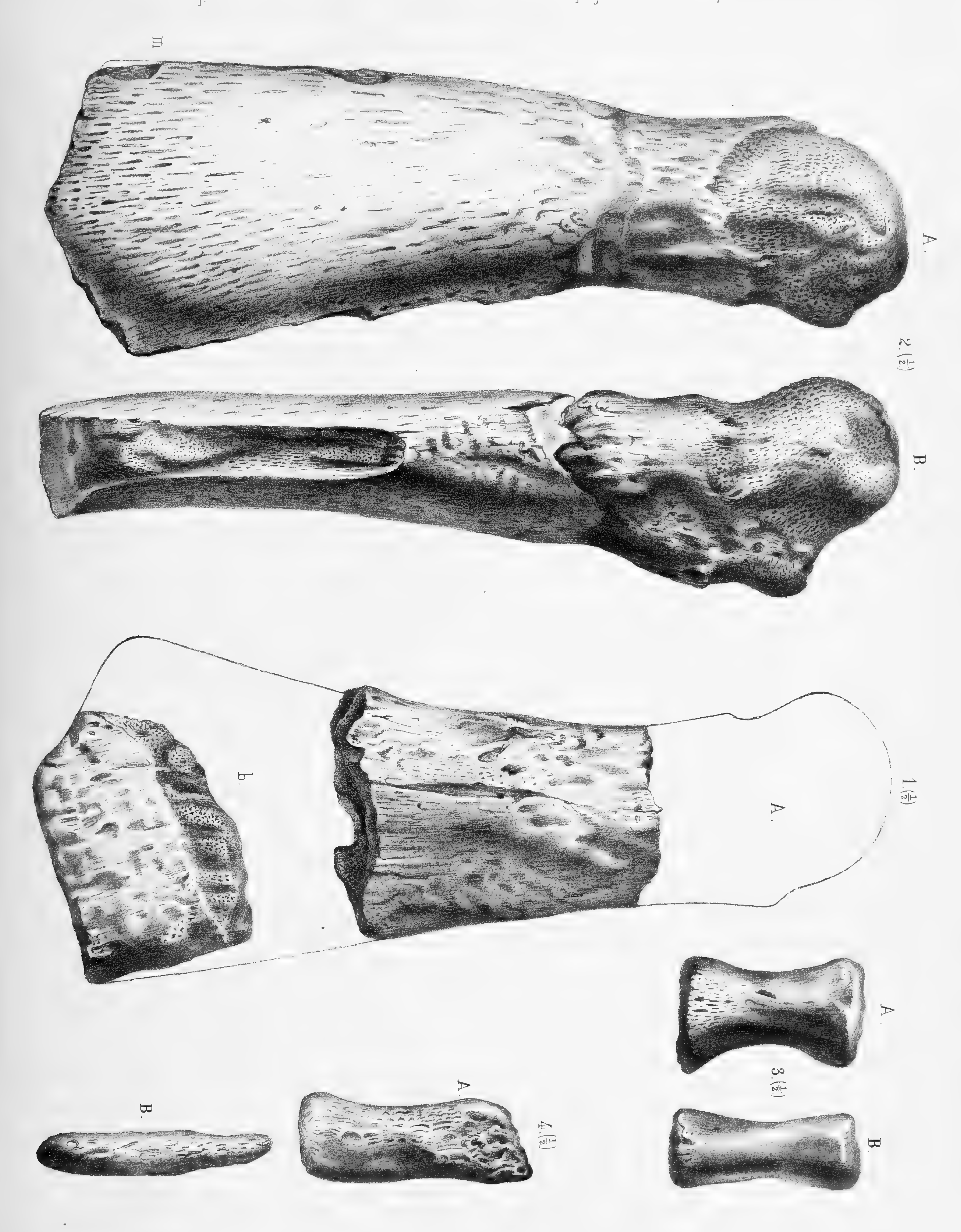


Рис. съ нат. В. Ачуевъ.

Лит. Ивансона. С.П.Б.

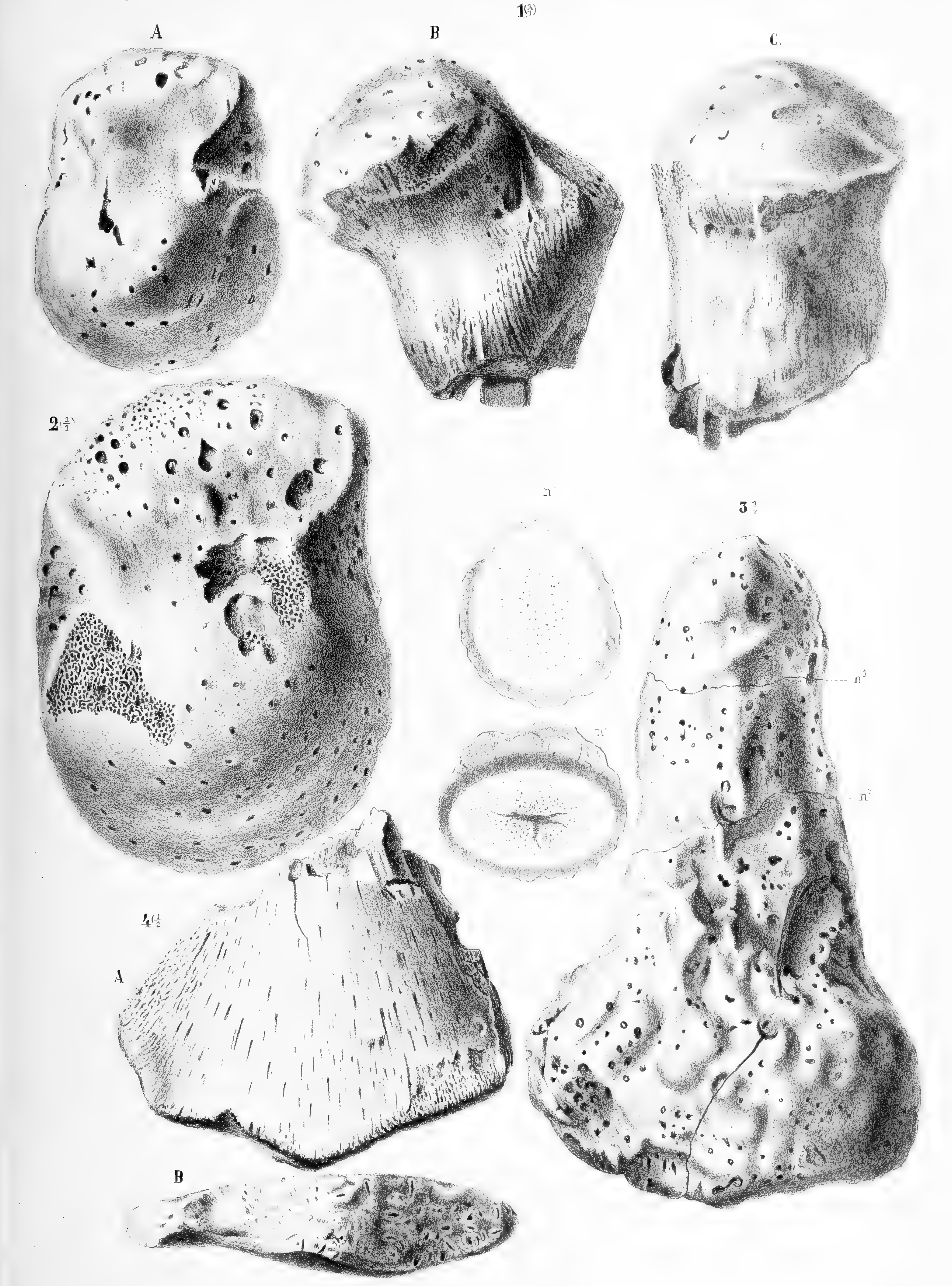


Рис. съ нат. В. Ачуевъ. Лит. Ш. Ивансонъ С.П.Б.

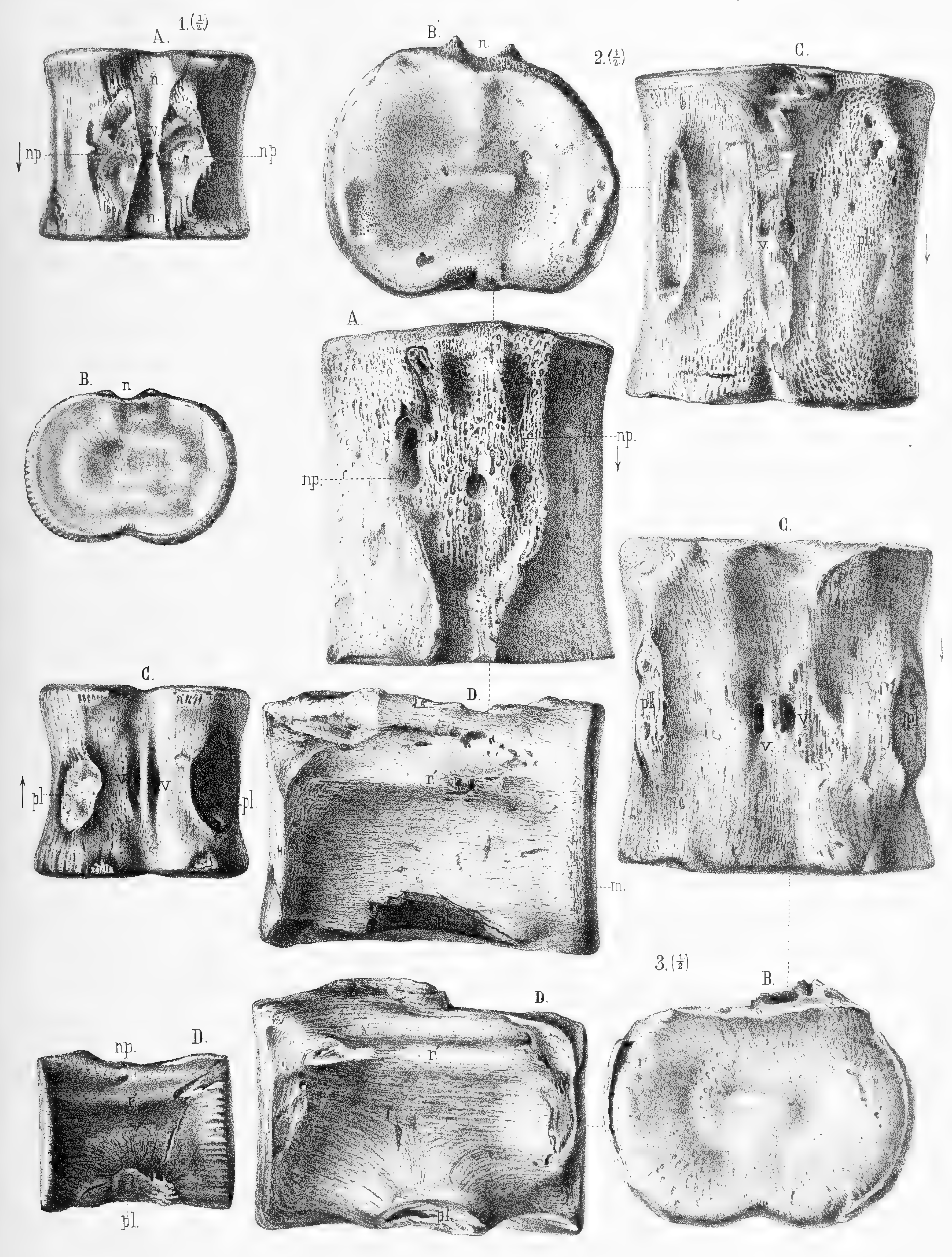
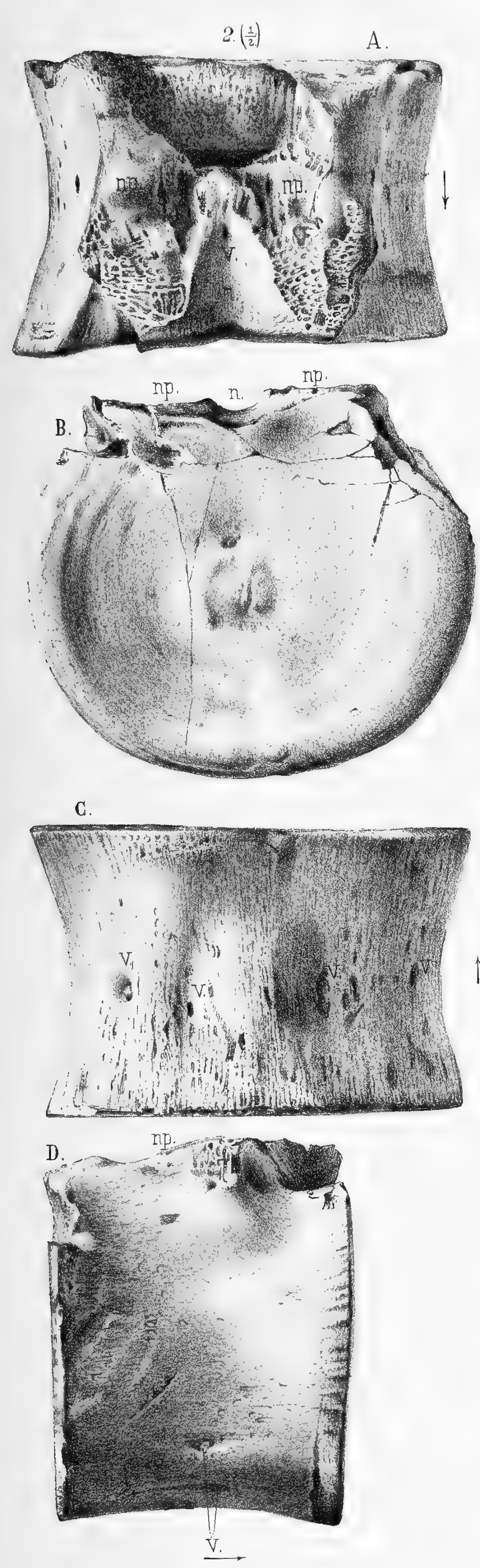
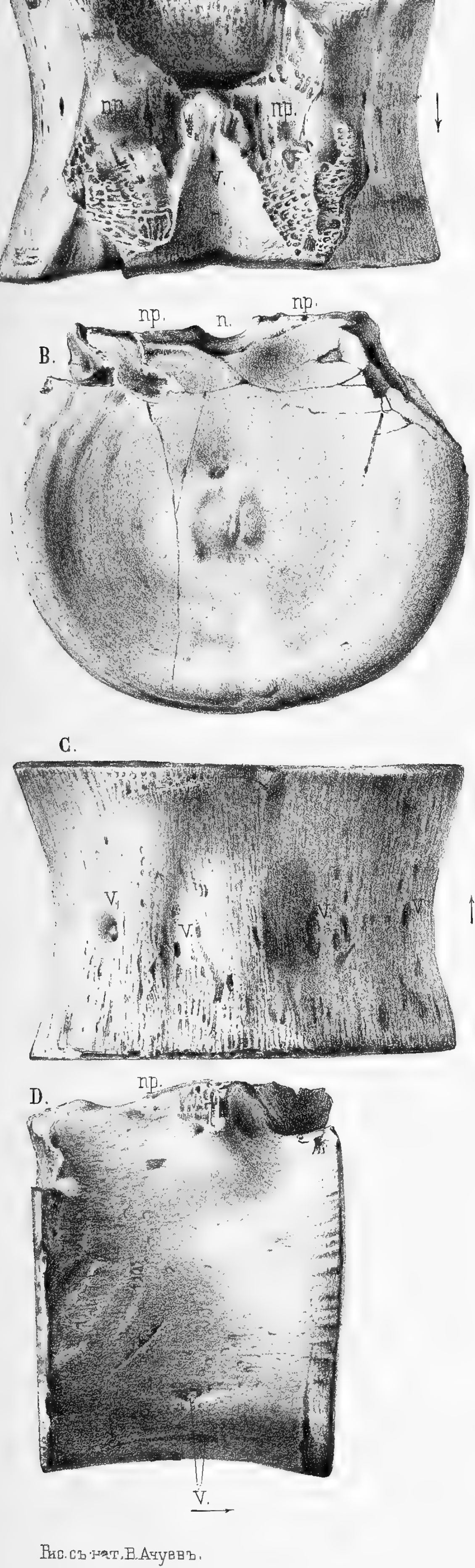
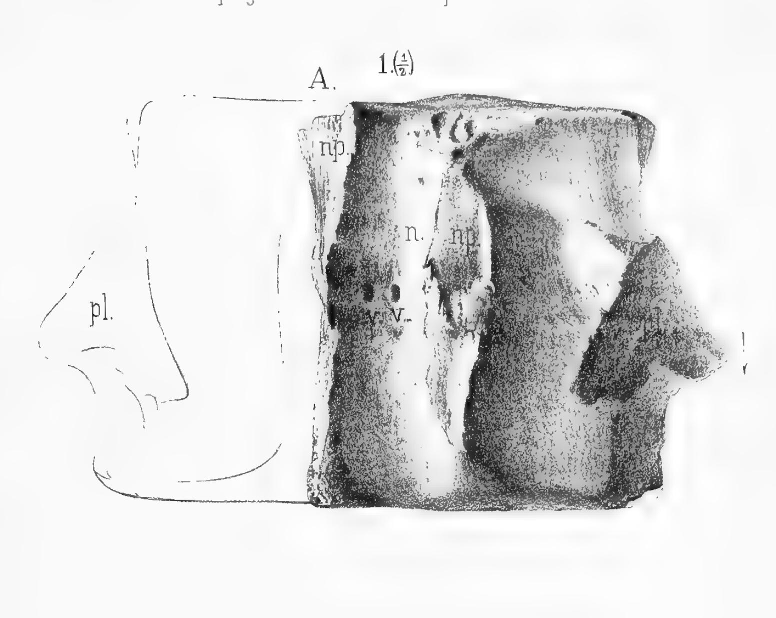
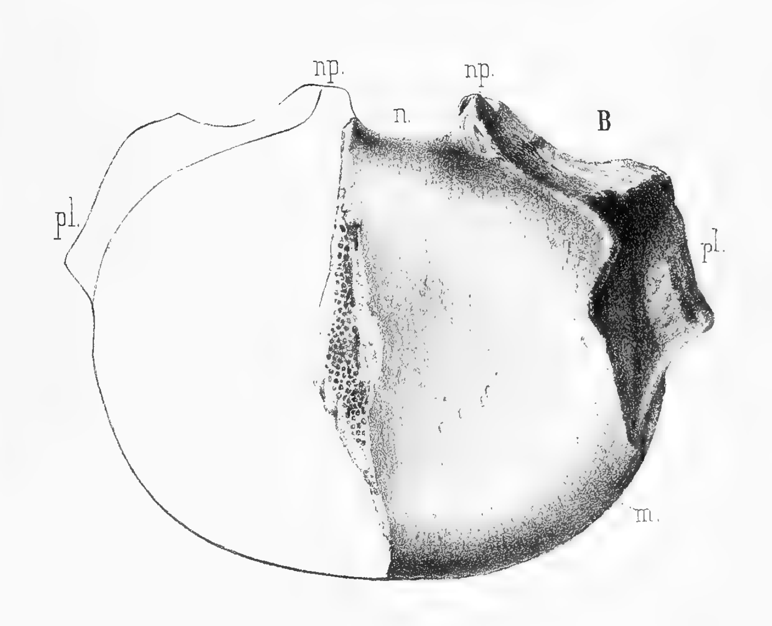


Рис. съ нат. В. Агуевъ.

Лит. Ивансона. С.П.Б.





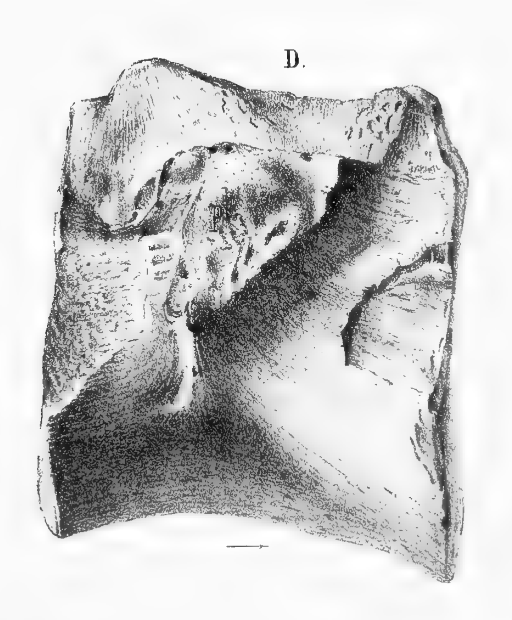


Рис. съ нат. В. Ачуевъ.

Лит Ивансона С.П.Б

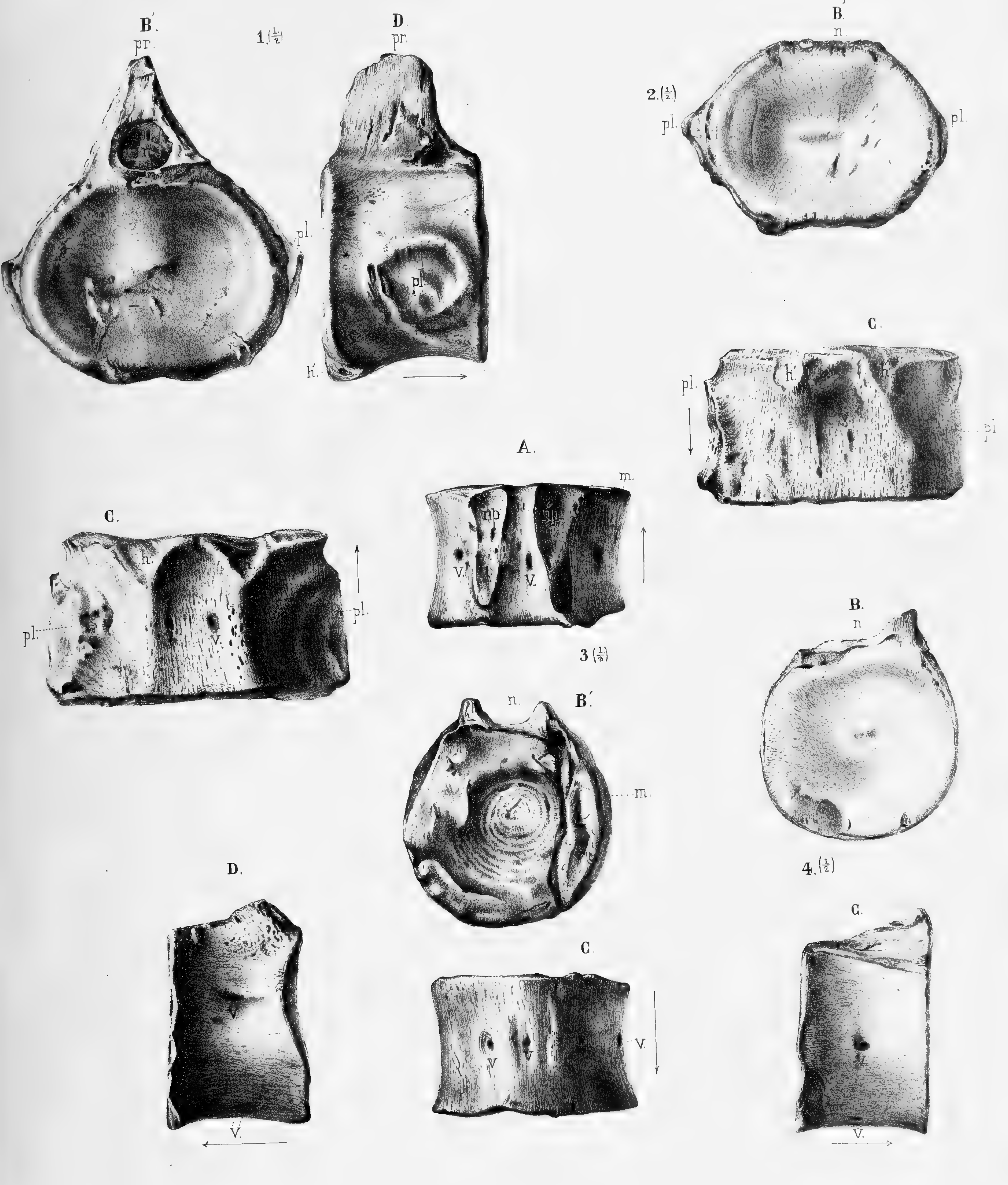


Рис. съ нат. В. Ачуевъ.

Лит. Ивансона С.П.Б

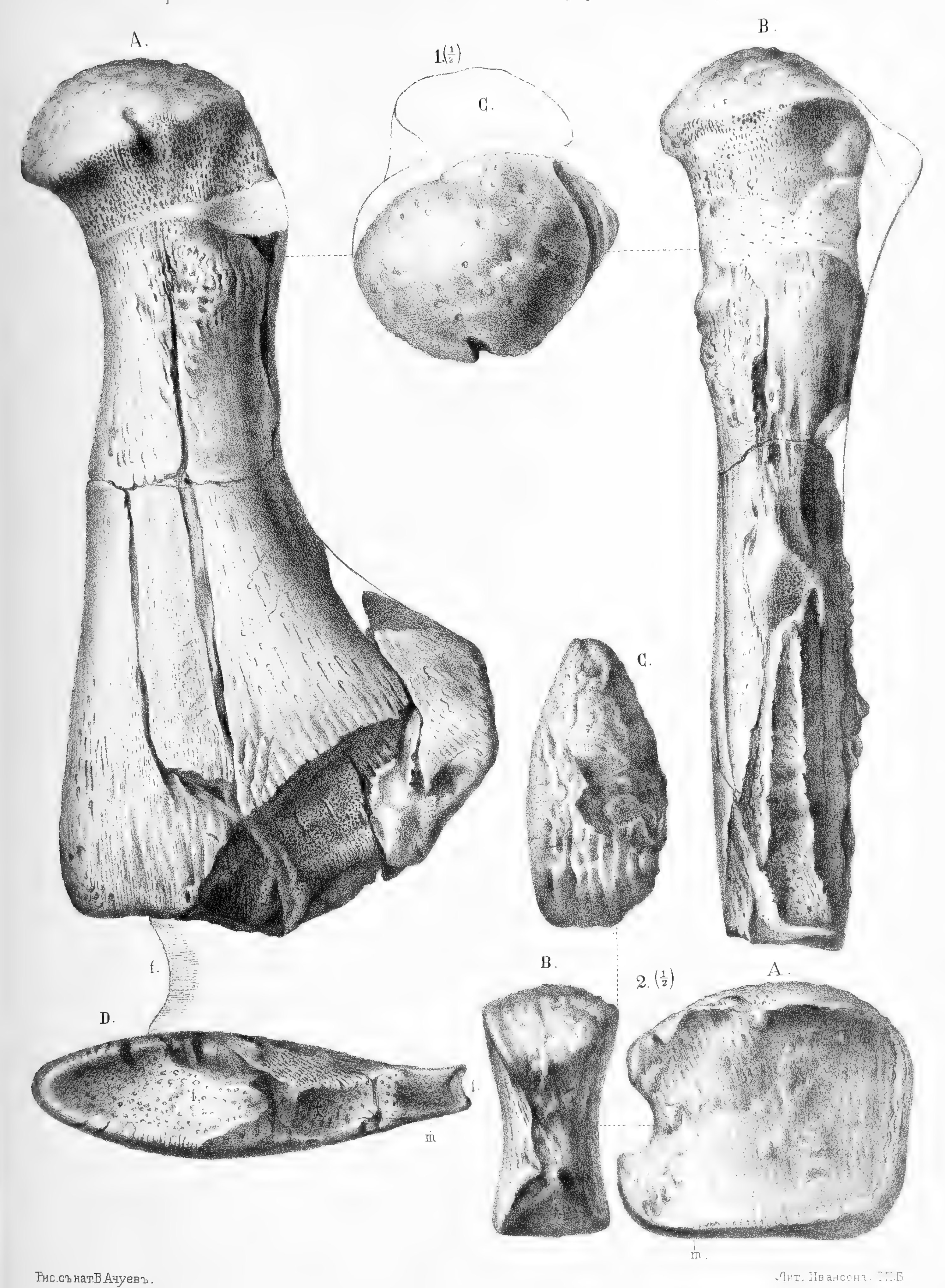


Рис. съ нат. В. Ачуевъ. Лит. Ивансона. СПБ.

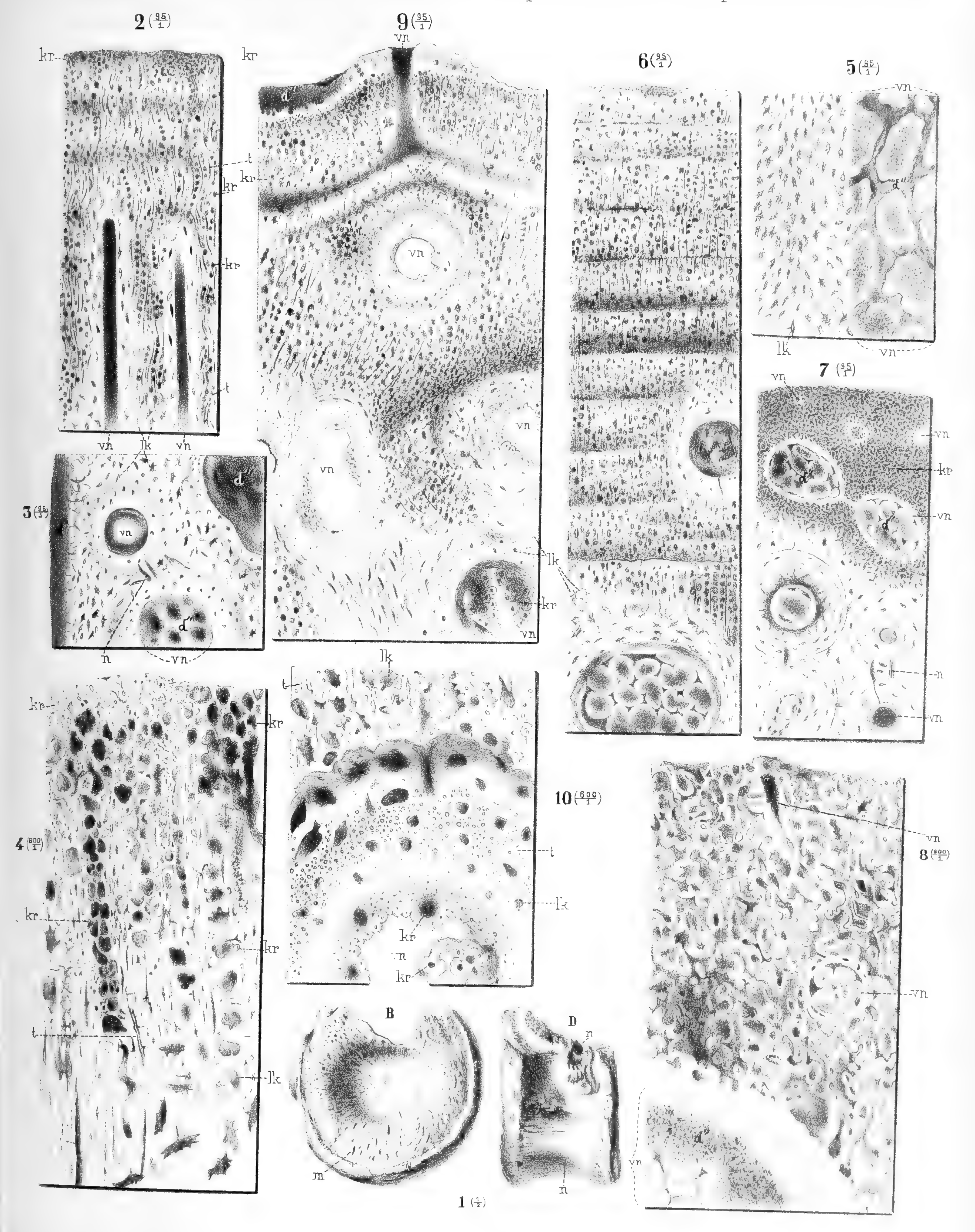


Рис. въ микроскоп. В. Ачуевъ.

Лит. Иваксона С.П.Б.

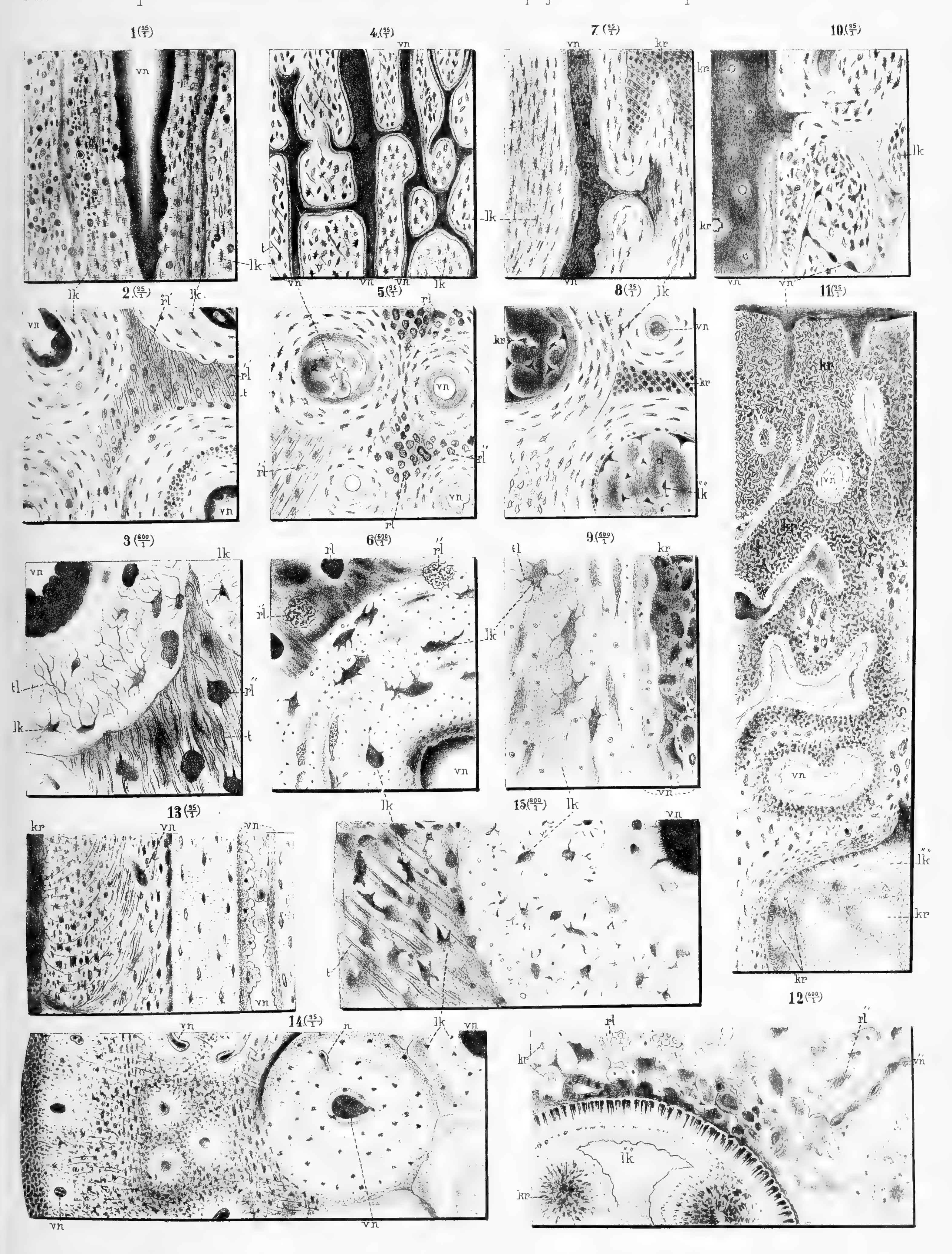
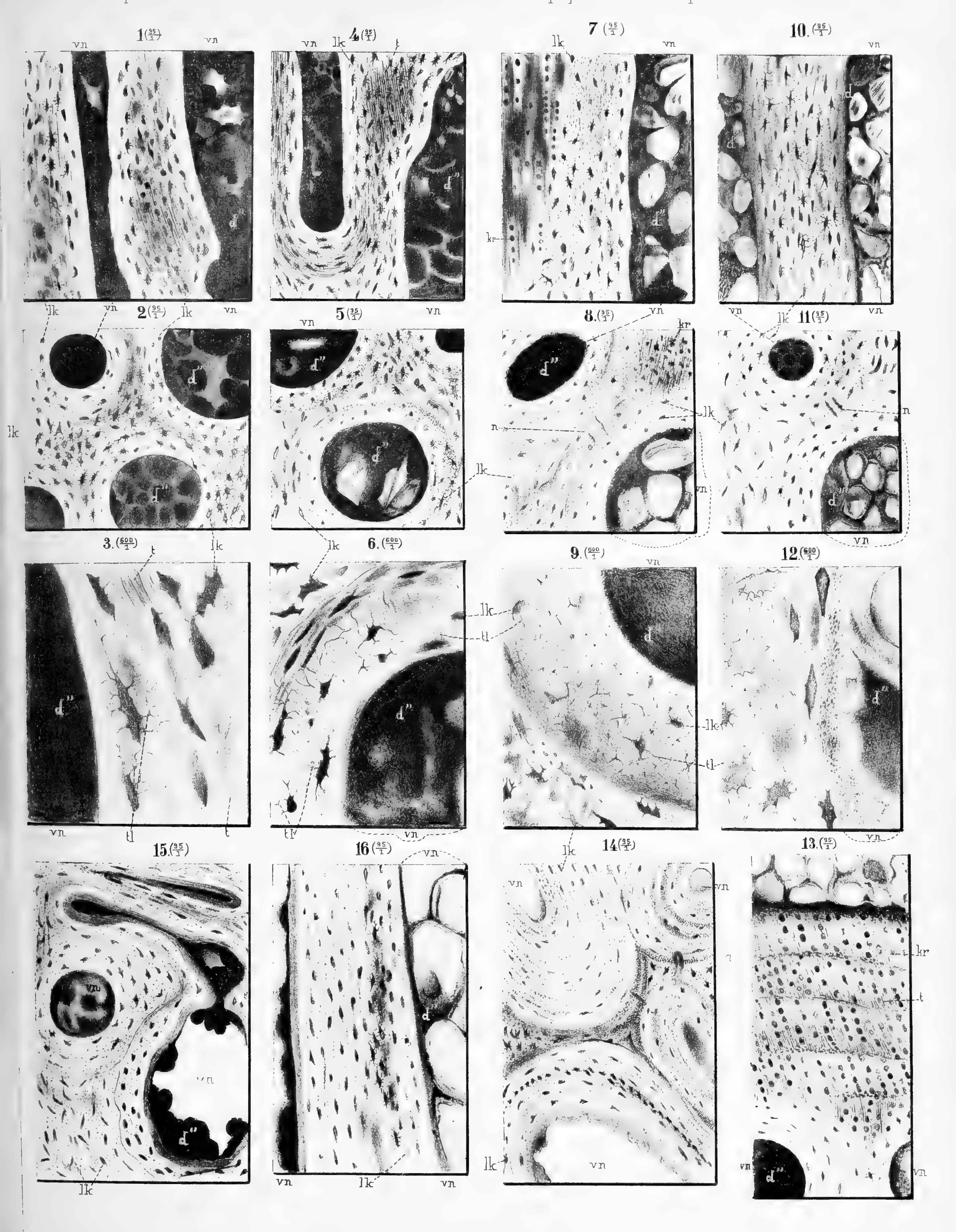
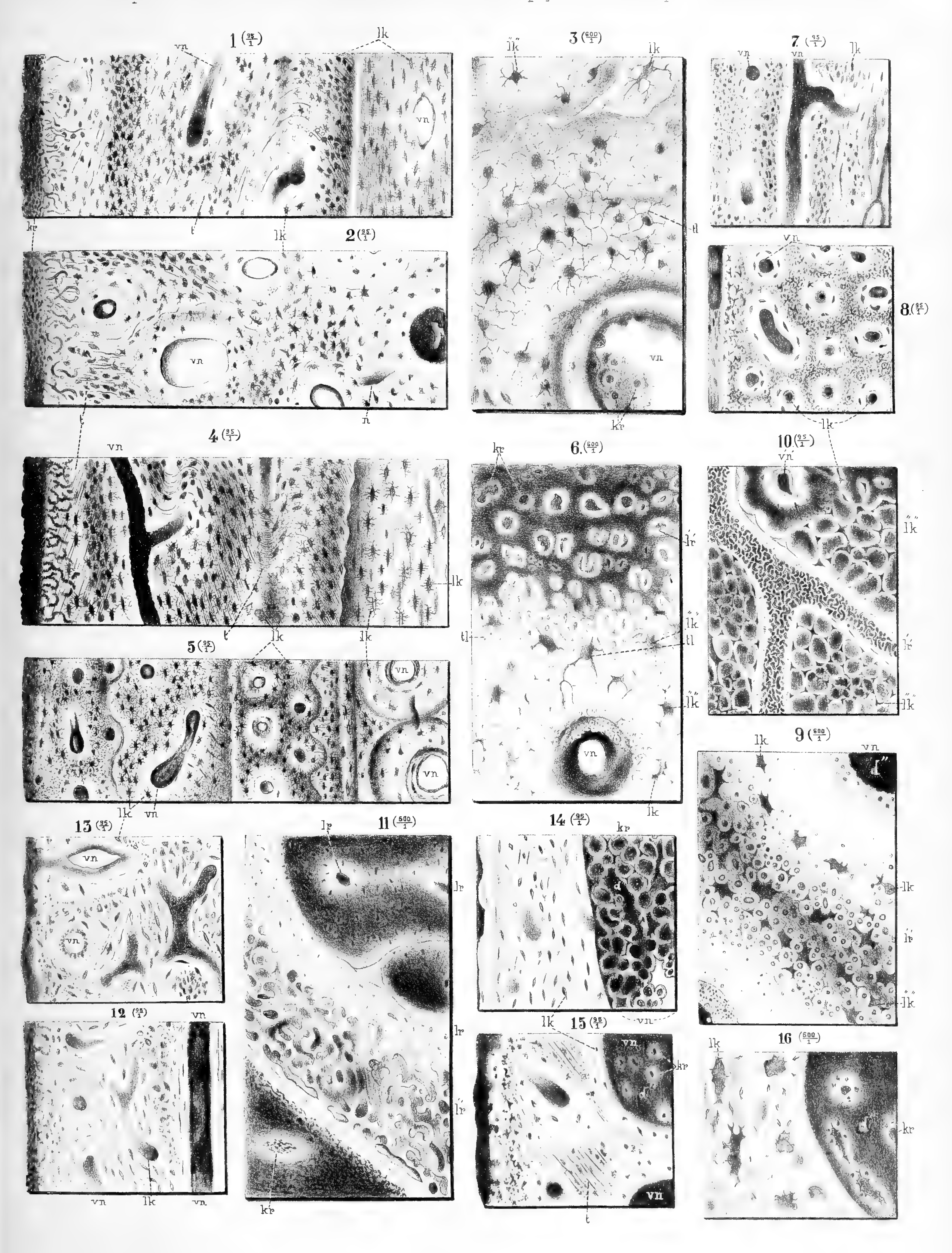


Рис. с натур. В. Ачуевъ

Лит. Ивансона. С. П. Б.



Лит. Ивансона. С.П.Б.



Рисоват. В. Ачуевъ.   Лит. Э. Ивансона. СПБ.

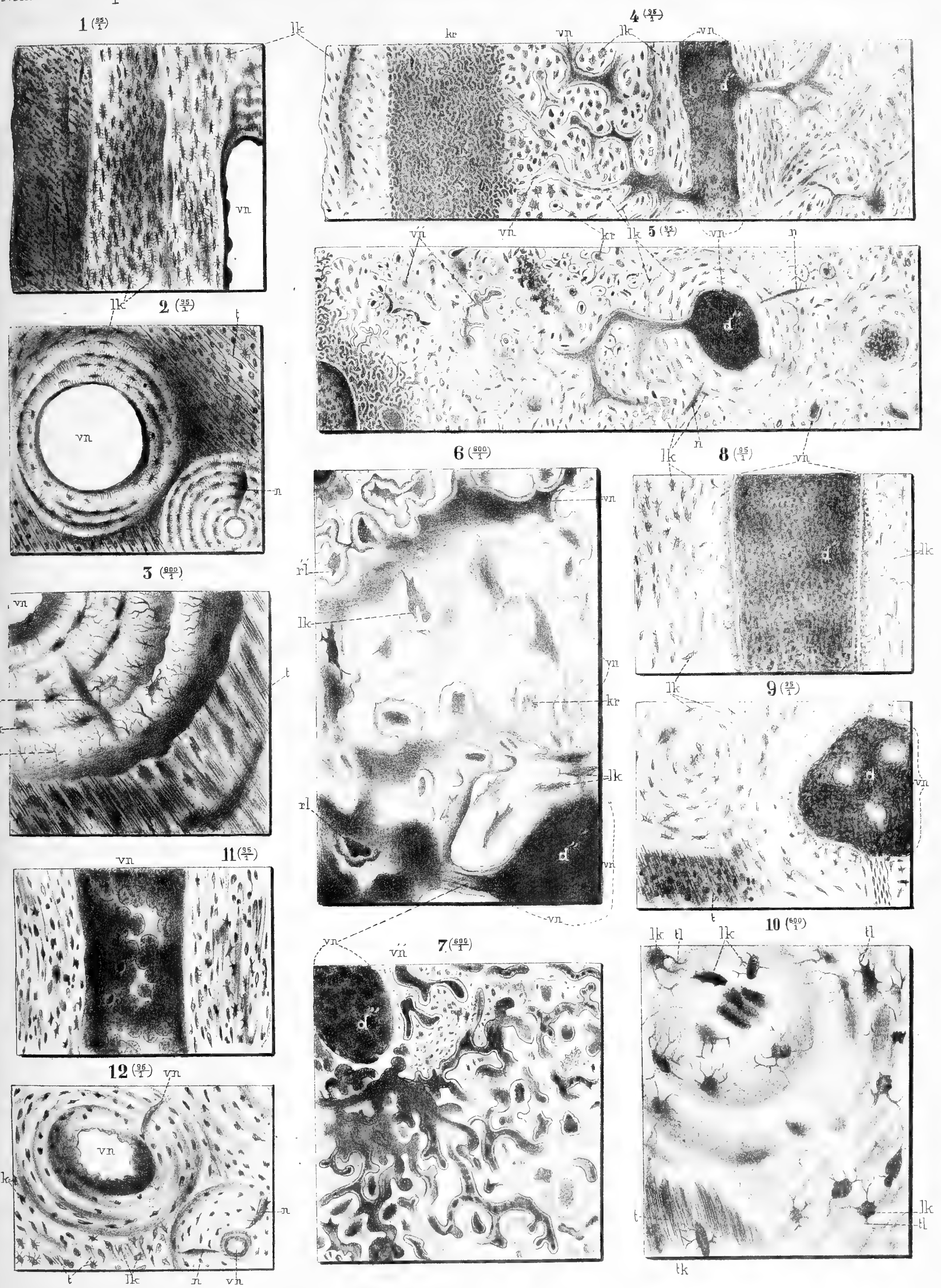


Рис. съ нат. В. Ачуевъ

Лит. Ивансона. С.П.Б.

Ouvrages paléontologiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. VI, № 2. **Volborth, A. v.** Ueber die mit glatten Rumpfgliedern versehenen russischen Trilobiten, nebst einem Anhange über die Bewegungsorgane und über das Herz derselben. 1863. Mit 4 lith. Taf. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. VIII, № 9. **Volborth, A. v.** Ueber einige neue Ehstländische Illaenen. 1864. Mit 2 lith. Taf. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XVI, № 2. **Volborth, A. v.** Ueber Achradocystites und Cystoblastus, zwei neue Crinoideen-Gattungen, eingeleitet durch kritische Betrachtungen über die Organe der Cystideen. 1870. Mit 1 lith. Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 11. **Brandt, A.** Ueber fossile Medusen. 1871. Mit 2 Taf. Pr. 45 K = 1 Mk. 50 Pf.

T. XIX, № 3. **Schmidt, F.** Ueber die Petrefacten der Kreideformation von der Insel Sachalin. 1873. Mit 8 Taf. Abbildungen. Pr. 1 R. 10 K. = 3 Mk. 70 Pf.

T. XXI, № 2. **Schmidt, F.** Miscellanea Silurica. I. Ueber die russischen silurischen Leperditien, mit Hinzuziehung einiger Arten aus den Nachbarländern. 1873. Mit 1 Taf. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

№ 11. **Schmidt, F.** Miscellanea Silurica. II. Ueber einige neue und wenig bekannte baltisch-silurische Petrefacten. 1874. Mit 4 Taf. Abbildungen. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XXII, № 12. **Heer, O.** Beiträge zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes. 1876. Mit 31 Taf. Pr. 5 R. 50 K. = 18 Mk 30 Pf.

T. XXIV, № 8. **Pahlen, A. v. d.** Monographie der baltisch-silurischen Arten der Brachiopoden-Gattung Orthisina. 1877. Avec 4 pl. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XXV, № 6. **Heer, O.** Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes. 1878. Avec 15 pl. Pr. 3 R. 20 K. = 10 Mk. 70 Pf.

№ 7. **Heer, O.** Primitiae florae fossilis Sachalinensis. — Miocäne Flora der Insel Sachalin. 1878. Avec 15 pl. Pr. 3 R. 20 K. = 10 Mk. 70 Pf.

№ 9. **Möller, V. v.** Die spiral-gewundenen Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. 1878. Avec 15 pl. Pr. 2 R. 50 K. = 8 Mk. 30 Pf.

T. XXVII, № 4. **Schmalhausen, J.** Beiträge zur Jura-Flora Russlands. 1879. Avec 16 pl. Pr. 2 R. 20 K. = 7 Mk. 30 Pf.

№ 5. **Möller, V. v.** Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. 1879. Avec 7 pl. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.

№ 10. **Heer, Prof. Dr. Osw.** Nachträge zur Jura-Flora Sibiriens gegründet auf die von Herrn Richard Maak in Ust-Balei gesammelten Pflanzen. 1880. Mit 9 Tafeln. Pr. 1 R. 30 K. = 4 Mk. 30 Pf.

T. XXVIII, № 5. **Nikitin, S.** Die Jura-Ablagerungen zwischen Rybinsk, Mologa und Myschkin an der oberen Wolga. 1881. Mit 7 Tafeln. Pr. 1 R. 40 K. = 4 Mk. 70 Pf.

№ 8. **Kiprijanoff, W.** Studien über die fossilen Reptilien Russlands. I. Theil. Gattung Ichthyosaurus König aus dem Severischen Sandstein oder Osteolith der Kreide-Gruppe. 1881. Mit 19 Tafeln. Pr. 2 R. 45 K. = 8 Mk. 20 Pf.

T. XXX, № 1. **Schmidt, F.** Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Uebersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abtheilung I. Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden. 1881. Mit 16 Tafeln. Pr. 4 R. 50 K. = 15 Mk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Mai, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, № 7.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DAS ZWEITE SPECTRUM DES WASSERSTOFFS

von

Dr. B. Hasselberg.

Avec 1 planche.

(Lu le 13 Avril 1882.)

7118

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 30 Kop. = 1 Mrk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 7.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DAS ZWEITE SPECTRUM DES WASSERSTOFFS

von

Dr. B. Hasselberg.

Avec 1 planche.

(Lu le 13 Avril 1882.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 30 Kop. = 1 Mrk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Juin, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

In ihrer berühmten Abhandlung: «On the spectra of ignited gases and vapours etc.»[1]) haben Plücker und Hittorf zum ersten Mal der merkwürdigen Liniensysteme Erwähnung gethan, welche beim Durchgange des elektrischen Stromes in mit Wasserstoff unter geringem Drucke gefüllten Röhren neben den charakteristischen Linien H_α, H_β, H_γ und H_δ dieses Gases fast immer erscheinen, und welche von ihnen als ein zweites Spectrum des Wasserstoffs bezeichnet wurden. Diese Liniengruppen, die über das ganze Spectrum von H_α bis H_γ vertheilt sind, aber in der Umgebung von D besonders hell und charakteristisch auftreten, sind später der Gegenstand mehrfacher Untersuchungen gewesen, namentlich um die Frage nach ihrem Ursprunge näher zu entscheiden, da die Ansicht der Entdecker in dieser Beziehung durch spätere Versuche in Zweifel gezogen war. Der Erfolg dieser Untersuchungen ist nun allerdings nicht besonders befriedigend gewesen, da noch in diesem Augenblicke die Frage kaum als erledigt angesehen werden kann; im Gegentheil stehen unter den Spectroskopisten diesen Punkt betreffend zwei Ansichten einander gegenüber, von denen die *erste*, durch Plücker, Hittorf und Wüllner vertreten, die fraglichen Linien als ein dem Wasserstoff bei niedriger Temperatur zukommendes Spectrum bezeichnet, während die *zweite*, von Berthelot, Ångström, Salet und neuerdings Ciamician repräsentirt, in dem Acetylen den Träger dieser Strahlungen sucht. Dieser Umstand dürfte, bei der grossen Bedeutung, welche an eine genaue Kenntniss der Spectralverhältnisse gerade dieses Gases geknüpft ist, als ein genügender Grund zu erneuertem Studium desselben angesehen werden können, um so mehr als dadurch Gelegenheit geboten wird, von dem Spectrum eine genauere Beschreibung zu geben, als diejenigen, über welche die spectroskopische Literatur bis jetzt verfügt, und welche keineswegs geeignet sind, von demselben eine auch nur einigermassen befriedigende Vorstellung zu gewähren. Es ist in der That befremdend, dass für die exacte Kenntniss eines Gegenstandes, welcher zu so vielfacher Discussion Veranlassung gegeben hat, im Grossen und Ganzen so wenig gethan worden ist, und ich möchte sogar geneigt sein,

1) Phil. Trans. 1864.

gerade in diesem Umstande den Grund zu mehr als einer der in dieser Beziehung noch bestehenden Divergenzen zu erblicken. Eine möglichst vollständige Untersuchung des Spectrums, so wie es unter verschiedenen Umständen erscheint, wird demnach meiner Meinung nach, nicht nur eine Lücke in der Spectroskopie des Gases ausfüllen, sondern auch die Beantwortung der Frage nach dem Ursprunge desselben in nicht unwesentlichem Maasse erleichtern. Um dies näher zu zeigen, werde ich zuerst und ehe ich zu meinen eigenen Versuchen übergehe, den über das Spectrum bis jetzt veröffentlichten Untersuchungen hier eine eingehende Besprechung widmen.

Wie schon erwähnt, findet sich die erste Beschreibung des Spectrums in der oben genannten Abhandlung von Plücker und Hittorf. Dieselbe giebt in kurzen Worten die Haupteigenschaften desselben so exact an, wie es ohne Messungen und Zeichnungen überhaupt möglich sein dürfte, und zeigt vor Allem, dass die später entstandene Bezeichnung des Spectrums als eines Bandenspectrums des Wasserstoffs von derselben Categorie wie diejenigen des Stickstoffs, Schwefels u. s. w. als eine durchaus unzulässige zu betrachten ist. Es heisst nämlich wörtlich[1]): «Even in the old spectral tubes enclosing highly rarefied hydrogen, the ground, from which the three characteristic lines rise, did not appear always of the same darkness; in some instances new bright lines appeared, especially in the neighbourhood of the sodium-line. In resuming the subject, we pointed out the existence of a *new hydrogen-spectrum*, corresponding to a lower temperature, but having no resemblance at all to the spectra of the first order of nitrogen, sulphur etc. In this spectrum, of a peculiar character, if fully developed, we observe a great number of well-defined bright lines, almost too numerous to count and represent by an engraving, but brilliant enough to be examined at a magnifying power of 72, after the light has passed through four prisms.» — Man sieht hieraus, dass das Spectrum einen von den gewöhnlichen Bandenspectra ganz verschiedenen Charakter trägt, und zwar lässt sich unter Anwendung genügend kräftiger Beobachtungsmittel im ganzen Bereich desselben keine einzige Bande beobachten, die von derselben Natur wäre, wie diejenigen Streifen, welche die s. g. Spectra erster Ordnung anderer Gase kennzeichnen. Im Gegentheil besteht das Spectrum aus lauter scharfen, ohne jede gesetzmässige Anordnung auf einem schwach erleuchteten Hintergrunde vertheilten Linien, die sich der äusseren Erscheinung nach bis auf die Intensität in keiner Weise von den vier charakteristischen Linien des Wasserstoffs unterscheiden.

Wenn demnach nur das Aussehen des Spectrums in Betracht gezogen wird, so ist, wie man findet, gar kein Grund vorhanden, dasselbe als ein besonderes Wasserstoffspectrum von den vier Linien $H_\alpha \ldots H_\delta$ zu trennen, vielmehr wäre es, vorausgesetzt dass die Identität des Ursprungs definitiv nachgewiesen werden kann, am einfachsten für den Wasserstoff nur ein einziges, aus allen diesen Linien und den Linien $H_\alpha \ldots H_\delta$ bestehendes Linienspectrum anzunehmen. Diese Auffassung würde, den Verhältnissen bei anderen Gasen mit doppelten

1) a. a. O. p. 22.

Spectra gegenüber auch durch den Umstand eine gewisse Berechtigung finden, dass beim Wasserstoff die beiden Spectra fast immer zusammen auftreten, während sonst die Erscheinung des einen Spectrums, wenn nicht das Verschwinden, so doch das mehr oder weniger vollständige Zurücktreten des zweiten herbeiführt. Man erinnere sich z. B. an das Verhalten einer mit Stickstoff von wechselndem Druck gefüllten Röhre. So lange der Druck klein ist, oder in der Strombahn keine Funkenstrecke sich befindet, erscheint bekanntlich das Bandenspectrum ganz rein, während bei Erhöhung des Druckes oder durch Einschaltung einer Funkenstrecke dies Spectrum dem Linienspectrum Platz macht. Zwischen diesen beiden Fällen giebt es stets einen Uebergangspunkt, bei dem zwischen den beiden Spectra gewissermassen ein Conflict stattfindet, indem bald das eine, bald das andere Spectrum theilweise aufblitzt; in voller Entwickelung findet man aber dieselben nie gleichzeitig vorhanden. Obgleich nun diese Verhältnisse sich beim Wasserstoff im Allgemeinen etwas anders gestalten, so lässt sich jedoch auch dann eine, durch die Verschiedenheit der Temperaturen, unter denen die beiden Spectra auftreten, begründete Unterscheidung derselben von einander motiviren; schon Plücker hat gezeigt, dass in weiten Röhren, wo die Entladungstemperatur jedenfalls kleiner als in Capillarröhren ausfällt, von den Hauptlinien des Wasserstoffs nur H_β erscheint, während vom zweiten Spectrum die Gruppen im Roth und Orange noch sehr deutlich sich beobachten lassen. Andererseits lässt sich durch Einschaltung äusserer Funkenstrecken oder Leydner Flaschen auch bei grossen Verdünnungen das zweite Spectrum vollständig beseitigen, während die charakteristischen Linien dabei ein mehr oder weniger verbreitertes und verschwommenes Aussehen annehmen. Da nun diese Anordnung mit einer Vergrösserung des Potentials der sich in jeder Entladung ausgleichenden Electricitätsmenge verknüpft ist, so ist dabei auch das mechanische Aequivalent der Entladung grösser und die Temperatur in Folge dessen höher. Die Verbreiterung der Linien ist demnach nur als Folge dieser Temperaturerhöhung anzusehen[1]), und wenn durch Steigerung des Druckes dieselbe Erscheinung hervorgerufen wird, so ist dies nur deshalb der Fall, weil dadurch ein grösseres Potential erfordert wird, um die Entladung überhaupt einzuleiten.

Wendet man als Electricitätsquelle statt des Inductoriums die Influenzmaschine an, so lässt sich, wie E. Wiedemann gezeigt hat[2]), bei dem dabei stattfindenden, einfacheren Verlauf der Entladung durch successive Vergrösserung der eingeschalteten Funkenstrecke die Trennung der beiden Spectra von einander viel deutlicher erreichen, als es bei dem mehr complicirten Vorgange der Entladung der Inductionsrolle möglich ist. — Das bei keiner oder nur kleiner Funkenstrecke allein auftretende zweite Spectrum wird nämlich bei Vergrösserung des letzteren allmählich dunkler, während die charakteristischen Linien immer deutlicher zum Vorschein kommen, bis schliesslich bei einem gewissen Werth der Funkenstrecke das zweite Spectrum fast plötzlich verschwindet. Diese Verhältnisse sind gerade ge-

1) Vergl. Salet: Sur les spectres des Métalloïdes. Paris 1872, p. 17. — Fievez: Bull. de l'Académie de Belgique, 3. Ser., T. I № 3. 1881.

2) Wiedemann's Ann. Bd. X 1880, p. 202.

eignet, die Erscheinungen beim Inductorium anschaulicher zu machen. Da nämlich, wegen der nur allmählich vor sich gehenden Zuströmung der Electricität zu den Electroden, jede Oeffnung oder Schliessung des inducirenden Stroms neben der Hauptentladung eine ganze Reihe schwächerer Partialentladungen bewirkt, so ist es wahrscheinlich, dass das zweite Spectrum diesen letzteren Entladungen seine Entstehung verdankt, während die mit grösserem Potential begabte erste einleitende Entladung die charakteristischen Linien hervorruft. In stärker evacuirten Röhren, wo der Widerstand noch nicht eine genügende Grösse erreicht, um den schwächeren Partialentladungen den Durchgang zu versagen, müssen demnach beide Spectra gleichzeitig erscheinen, während bei allmähliger Steigerung des Druckes schliesslich ein Moment eintritt, wo nur die Hauptentladung und das derselben entsprechende, aus den Hauptlinien $H_\alpha \ldots H_\delta$ bestehende Spectrum zu Stande kommt. Wenn dem so ist, so muss auch in einer und derselben Röhre bei allmählich zunehmender Verdünnung, unter Anwendung verschieden starker Ströme, derjenige Druck, bei dem das zweite Spectrum sich zu zeigen anfängt, um so grösser sein, je grösser die Stromintensität, und demzufolge das Potential der Partialentladungen ist. Dies wird auch durch den Versuch bestätigt. Als ich nämlich durch eine mit Wasserstoff gefüllte Röhre einmal den Inductionsstrom einer grossen durch 5 Bunsen'sche Elemente erregten Rolle, dann aber denjenigen eines kleinen Inductoriums gehen liess, so erschienen bei nach und nach vor sich gehender Verdünnung des Gases die ersten Spuren des zweiten Spectrums bei Drucken, welche resp. etwa 22 und 2 bis 3 Mill. betrugen.

Diese Anschauungen über den Zusammenhang zwischen dem Vorgange der Entladung und der Natur der Spectralerscheinungen sind schon früher von Ångström[1]) ausgesprochen worden, und zwar auf Grund von Beobachtungen des Bildes der Röhren in einem rotirenden Spiegel. Wenn man nun aber, statt wie gewöhnlich das Rohr selbst, das Spectrum in dieser Weise beobachtete, so würde man, wie es scheint, ein noch schärferes Criterium der Zulässigkeit der obigen Ansicht erhalten können, als das bis jetzt Mitgetheilte gestattet. Sind nämlich die drei charakteristischen Linien ausschliesslich auf die momentan verlaufende Hauptentladung, die Liniensysteme des zweiten Spectrums aber auf die, eine messbare Zeit andauernde Reihe von Partialentladungen zurückzuführen, so müssen im rotirenden Spiegel die ersteren als isolirte Linien auf einem durch die letzteren gebildeten, continuirlichen Hintergrunde erscheinen. So einfach dieser Versuch nun, theoretisch genommen, auch erscheinen mag, so stösst jedoch, wegen der geringen Lichtstärke des Spectrums, die praktische Ausführung desselben auf erhebliche Schwierigkeiten, und meine in dieser Richtung angestellten Versuche haben in Folge dessen zu keinem unzweideutigen Resultat geführt.

Aus ihren Versuchen mit weiten Röhren zogen Plücker und Hittorf in Bezug auf den Ursprung des zweiten Spectrums den Schluss, dass dasselbe ebenso dem Wasserstoff zuzuschreiben ist, wie die vier für dies Gas unzweifelhaft charakteristischen Linien. Bei der an-

1) C. R. T. 73 p. 371. 1871.

gewandten Versuchsanordnung ist auch in der That keine Veranlassung vorhanden in dieser Beziehung einen schädlichen Einfluss der Electrodenmaterie oder der umgebenden Glaswandung zu befürchten. In Bezug auf die Herstellungsweise des Gases selbst werden allerdings keine näheren Angaben gemacht, es ist aber ohne Weiteres klar, dass Plücker und Hittorf diesem Punkte gewiss gebührende Aufmerksamkeit geschenkt haben müssen, so dass aus dem Grunde ihre Schlussfolgerungen keine Beeinträchtigung erfahren können. Da dieselben durch die einige Jahre später in sehr eingehender Weise von Wüllner[1]) angestellten Versuche bestätigt wurden, so war aller Grund vorhanden, diese Frage als erledigt anzusehen. Gerade in derselben Zeit wurden aber auf Grund chemischer Untersuchungen über die Gleichgewichtszustände der Gassysteme von Berthelot und Richard[2]) andere Ansichten ausgesprochen, die nicht nur die Wiederaufnahme der Frage veranlassten, sondern die definitive Entscheidung derselben derart erschwerten, dass noch bis heute in der Beziehung keine Uebereinstimmung unter den Spectroskopisten besteht. Diese Ansichten werde ich jetzt einer näheren Betrachtung unterziehen.

Jeder zusammengesetzte Körper wird bekanntlich durch den Einfluss der electrischen Entladung in seine Elemente zersetzt. Andererseits finden unter demselben Einfluss Combinationen statt, und zwischen diesen beiden entgegengesetzten Wirkungen stellt sich in einigen Fällen ein gewisser Zustand beweglichen Gleichgewichts ein, der von einer fortgesetzten Einwirkung des electrischen Stroms keine weitere Veränderung erleidet. Zu den sich in dieser Weise verhaltenden Körpern gehört u. A. nach Berthelot das *Acetylen.* Wenn durch dies Gas eine andauernde Reihe electrischer Entladungen gesandt wird, so findet eine Decomposition statt; diese ist indessen nicht vollständig, sondern hört bei einer gewissen, von dem Drucke des Gases abhängigen Grenze auf, wonach die Zusammensetzung der Gasmischung constant bleibt. Da ausserdem bei stetiger Aenderung des Drucks die procentische Zusammensetzung dieser Mischung sich nicht continuirlich, sondern sprungweise ändert, so ist innerhalb gewisser Grenzen diese Zusammensetzung auch vom Drucke unabhängig. So z. B. fand Berthelot in 100 Volumen der resultirenden Mischung bei einem Quecksilberdruck von

M.	M.		
3,46 bis 0,41		12	Vol. Acetylen
0,31		6,5	» »
0,23 bis 0,10		3.5	» »

welche letztere Mischung ihre Stabilität sogar bei einem Druck von einigen wenigen Millimetern bewahrte.

Man sieht hieraus, dass das Gleichgewicht zwischen Acetylen, Kohle und Wasserstoff in dem resultirenden Gassysteme sich nur sprungweise nach multiplen Verhältnissen mit

1) Pogg. Ann. Bd. CXXXV p. 497. CXXXVII p. 337. — Festschrift der Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Bonn. Marcus 1868.

2) C. R. T. 68, p. 810, 1035, 1107, 1546.

dem Drucke ändert, und da hierdurch diejenigen Complicationen, welche durch *successive* Aenderung der Zusammensetzung des Gases unter dem Einflusse der Entladung sonst entstehen, grösstentheils beseitigt sind, so haben Berthelot und Richard die spectroskopische Untersuchung dieser und ähnlicher Mischungen mit Recht als besonders dazu geeignet angesehen, um über die Spectralverhältnisse der zusammengesetzten Körper näheren Aufschluss zu erhalten. Die Resultate dieser Untersuchungen, was die hier vorliegende Gasmischung betrifft, lassen sich in der von Berthelot und Richard angenommenen Deutung jedoch schwerlich mit den Ergebnissen der neueren spectroskopischen Forschung in Einklang bringen, und können demnach meiner Meinung nach auch nicht als Argument gegen die Zulässigkeit der Plücker'schen Auffassung des zweiten Wasserstoffspectrums geltend gemacht werden.

Die angewandte Gasmischung enthielt 1,7 Procent Acetylen und 98,3 Procent Wasserstoff. Diese Verhältnisse wurden deshalb gewählt, um von dem oben angeführten Grenzwerth möglichst entfernt zu bleiben. Nachdem das Gas unter einem Druck von einigen wenigen Millimetern in eine gewöhnliche Spectralröhre hineingeführt war, wurde durch diese der Strom einer kräftigen Inductionsrolle geführt und das Spectrum beobachtet. Dasselbe wird von Berthelot und Richard folgendermassen beschrieben[1]):

«Le spectre de nôtre mélange gazeux a présenté:

«1⁰) Les raies brillantes de l'hydrogène.

«2⁰) Les raies et les bandes lumineuses du carbone, conformes au spectre de l'oxyde de carbone dessiné par MM. Plücker et Hittorf et au spectre du carbone de M. Morren. Nous avons verifié l'exactitude remarquable des ces dessins en opérant sur une tube de Plücker remplie d'oxyde de carbone raréfié.

3⁰) En outre nous avons reconnu l'existence d'un groupe particulier de bandes et de raies, qui n'ont été signalées à nôtre connaissance par aucun observateur[2]). En effet, depuis le jaune jusqu'au vert on aperçoit une multitude de bandes étroites et brillantes equidistantes ou à peu près, separées par de fines raies noires. Le tout offre l'aspect d'une série de cannelures délicates et extrèmement reserrées: elles sont surtout manifestes à partir de la division 25 de nôtre micromètre et jusque vers la division 65. La portion jaune du spectre, voisine de la raie du sodium, les présente avec le plus grand éclat.» —

Was nun zunächst den *ersten* Punkt betrifft, so ist die Richtigkeit desselben ohne Weiteres klar, da die untersuchte Mischung mehr als 98 Procent Wasserstoff enthielt. — Anders verhält es sich aber mit dem *zweiten*. Die hier erwähnten Banden können nunmehr nicht der Kohle als Element zugeschrieben werden, sondern bilden das allen Kohlenwasserstoffen gemeinschaftliche Spectrum, welches zuerst von Swan[3]) genauer studirt wurde und

1) a. a. O. p. 1548.

2) Es ist auffallend, dass die hierauf bezügliche Stelle in der Abhandlung von Plücker und Hittorf der Aufmerksamkeit der Verfasser entgangen ist, da diese Abhandlung nach den Hinweisungen unter № 2 als ihnen bekannt vorausgesetzt werden muss.

3) Edinb. Trans. Vol. XXI.

später der Gegenstand der Untersuchungen einer zahlreichen Reihe von Spectroskopisten gewesen. In meiner Abhandlung: «Ueber die Spectra der Cometen etc.»[1]) habe ich die Geschichte dieses Spectrums ausführlich gegeben und, — hauptsächlich nach den Untersuchungen von Ångström und Thalén[2]) — die Gründe angeführt, welche die obige Deutung desselben als die richtige erscheinen lassen. Da nach diesen Untersuchungen, die neuerdings noch durch die eingehenden Forschungen von Liveing und Dewar[3]) weitere Bestätigung erhalten haben, das in den verschiedenen Kohlenwasserstoffen unter dem Einflusse des electrischen Stroms sich stets bildende Acetylen gerade als der Träger dieser Strahlungen anzusehen ist, so ist das Auftreten derselben in dem Spectrum der vorliegenden Mischung nicht nur zu erwarten, sondern bildet sogar einen directen Beweis für die Richtigkeit der zuerst von Ångström und Thalén gegebenen Erklärung der Spectralverhältnisse der Kohlenwasserstoffe.

Betrachtet man aber, wie es merkwürdiger Weise wohl von der Mehrzahl der Spectroskopisten noch immer geschieht, das Swan'sche Spectrum als dasjenige der Kohle, so liegt es allerdings nahe, das in der obigen Gasmischung auftretende *dritte* Spectrum der *dritten* Componenten derselben, dem Acetylen zuzuschreiben, wie es auch Berthelot und Richard thun. Gegenwärtig stellt sich aber die Sache anders. Gegen eine solche Annahme spricht nicht nur das oben Angeführte, sondern auch der Umstand, dass das Spectrum durchaus nicht den allgemeinen Charakter der Spectra chemischer Verbindungen trägt, indem dasselbe nicht, wie Berthelot und Richard behaupten, aus einem Systeme von Cannelirungen gebildet ist, sondern im Gegentheil in jeder Beziehung zur Categorie der Linienspectra einfacher Körper gerechnet werden muss. Da dasselbe weiter stets auch in solchen Fällen auftritt, wo dem Wasserstoff nicht nur kein Acetylen direct beigemischt ist, sondern wo auf die Reinigung des Gases gerade die grösste Sorgfalt verwendet wurde, so scheint es viel mehr naturgemäss, dasselbe dem Wasserstoff selbst zuzuschreiben, als für einen zusammengesetzten Körper, wie das Acetylen, Spectraleigenthümlichkeiten anzunehmen, für welche in anderen bekannten Fällen keine Analogie besteht.

Gegen das hier Gesagte würde vielleicht Jemand den Einwand machen können, dass auch die grösste Genauigkeit bei der Herstellung des Wasserstoffs keine vollständige Garantie dafür gewähre, dass das Gas dennoch nicht durch Kohlenverbindungen verunreinigt werden könnte, da dasselbe jedenfalls in vielfache Berührung mit den einzelnen Theilen der Luftpumpe kommen muss. Dass in dieser Weise dem Gase Kohlenverbindungen wirklich beigemischt werden können, ist nicht in Abrede zu stellen; *nothwendig* ist es aber nicht, und ich werde weiter unten Versuche anführen, welche dies vollständig bestätigen.

Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass über die Identität des von Berthelot und Richard unter № 3 erwähnten Spectrums und des zweiten Plücker'schen

1) Mémoires de l'Acad. de St.-Pétersbourg VIIme Sér. T. XXVIII № 2.

2) Acta Upsal. Ser. III, Vol. IX.

3) Proc. Roy. Soc. № 201 und 205. 1880.

Wasserstoffspectrums kein Zweifel erhoben werden kann. Da nach ihrer Spectralskala die Wasserstofflinien H_α, H_β und H_γ auf die resp. Theilstriche 13,5, 144,5 und 229,0 fielen, so entsprechen die Theilstriche 25 und 65, welche die Verfasser als Grenzen der am meisten hervorragenden Partie des Spectrums nach derselben Skala angeben, den Wellenlängen $\lambda = 633$ und $\lambda = 570$ Mill. Mill., und diese sind in der That die Grenzen, welche nach meinen Messungen die besagte Partie einschliessen.

Die Anschauungen Berthelot's wurden seiner Zeit auch von Ångström[1]) getheilt, was allerdings jetzt etwas auffallend erscheinen könnte, da gerade aus seinen, zusammen mit Thalén angestellten Untersuchungen die Identität des *zweiten* Berthelot'schen Spectrums mit demjenigen des Acetylens hervorgeht. Dazu ist jedoch zweierlei zu bemerken. Erstens hat es Ångström nicht als durchaus abgemacht hingestellt, dass das dritte Spectrum Berthelot's dem Acetylen gehört; — er hat nur, durch die Vorgänge der Entladung beim Erscheinen dieses Spectrums einerseits, und des gewöhnlichen des Wasserstoffs andererseits geleitet, die Ansicht ausgesprochen, dass wir im ersten Falle mit einer *Verbindung* des Wasserstoffs «soit avec lui même soit avec un corps étranger» zu thun haben, und darauf, wegen der von Berthelot nachgewiesenen Stabilität der Mischung von Acetylen und Wasserstoff, die letztere Annahme als die wahrscheinlichere bezeichnet. Wenn nun auch aus schon angeführten und weiter noch anzuführenden Gründen der Annahme einer Verbindung mit einem fremden Körper wenig Wahrscheinlichkeit beigemessen werden muss, so ist damit nicht die Möglichkeit der zweiten von Ångström aufgestellten Alternative ausgeschlossen, nach welcher das Spectrum einer Verbindung des Wasserstoffs mit sich selbst zugeschrieben werden kann. Im Gegentheil lassen sich, wie wir weiter unten sehen werden, Umstände anführen, welche einer solchen Annahme entschieden günstig sind. Wenn weiter *zweitens* noch darauf Rücksicht genommen wird, dass diejenigen Untersuchungen Ångström's und Thalén's, welche u. A. die Spectralverhältnisse der Kohlenverbindungen behandeln und die erste rationelle Erklärung der spectroskopischen Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe geben, erst vier Jahre später oder im Jahre 1875 erschienen, und zwar wegen Ångström's Tod nicht in der beabsichtigten Vollständigkeit, so ist dadurch auch der Umstand erklärt, dass Ångström seine erste Vermuthung in Betreff des zweiten Wasserstoffspectrums keiner weiteren Prüfung unterzog.

Eine beim ersten Blick sehr bindende Bestätigung erhielt die Berthelot'sche Theorie durch die Versuche von Salet[2]). Wenn nämlich das Plücker'sche Spectrum wirklich dem Acetylen gehört, so muss dasselbe in einer Wasserstoffröhre, die von jeder Verunreinigung durch Kohlenverbindungen befreit ist, überhaupt nicht auftreten können. Um dies näher zu prüfen, liess Salet durch die zu benutzende Röhre vor dem Einführen des Wasserstoffs einen Strom von reinem, trockenem Sauerstoff längere Zeit circuliren, während die Röhre

---

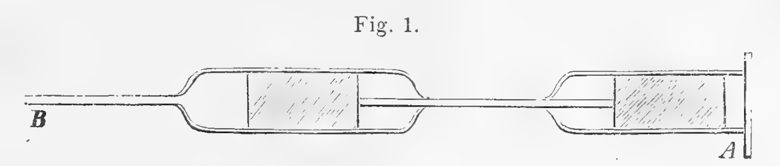
1) C. R. Vol. 73, p. 372. 1871. — Pogg. Ann. Bd. CXLIV, p. 300.

2) Salet: Spectres des Métalloïdes. Paris 1872, p. 17.

gleichzeitig bis zu schwacher Rothgluth erhitzt wurde. In dieser Weise stand es zu hoffen, dass etwaige vorhandene Kohlenverbindungen beseitigt werden mussten. Um weiter jedem möglichen Einfluss der Electroden zu entgehen, wurden diese ganz fortgelassen und statt dessen die weiteren Theile der Röhre mit Hülsen von Stanniol bekleidet, durch deren Verbindung mit den Polen des Inductoriums oder mit den Kämmen einer Holtz'schen Maschine das Gas zum Leuchten gebracht wurde. Das Einzige, was unter diesen Verhältnissen bei spectroskopischer Untersuchung der Röhre beobachtet werden konnte, waren die drei Hauptlinien des Wasserstoffs, ohne jede Spur des zweiten Spectrums, und Salet glaubt in Folge dessen die Berthelot'sche Ansicht als richtig bezeichnen zu müssen. So naturgemäss dies nun beim ersten Blick erscheinen mag, so lässt sich jedoch dagegen eine Einwendung machen, die wie mir scheint die Lage der Sache wesentlich ändert und den Versuchen Salet's den grössten Theil ihrer Beweiskraft nimmt. Es ist nämlich bekannt, dass, wenn ein Gas in der genannten Weise zum Leuchten gebracht wird, die Temperatur eine verhältnissmässig niedrige ist, oder wenigstens bedeutend hinter denjenigen Werthen zurückbleibt, welche dieselbe beim directen Durchgange des Stroms durch die Röhre annimmt. Dem entsprechend muss auch die Intensität des Lichtes und des Spectrums kleiner ausfallen als sonst, und wenn die Ladung der Belege nicht *besonders* stark ist, sogar so klein, dass nur die allerstärksten Linien des Spectrums, — hier die Hauptlinien $H_\alpha \ldots H_\delta$ — überhaupt zum Vorschein kommen. Um die Zulässigkeit dieser Erklärung des Salet'schen Versuchs näher zu prüfen, habe ich die beiden folgenden Versuche angestellt.

Zunächst wurde eine fertig gekaufte Wasserstoffröhre, welche, wenn ein kräftiger Strom durch dieselbe geführt wird, das zweite Spectrum besonders schön zeigt, mit zwei Stanniolbelegen überzogen und in der besagten Weise zum Leuchten gebracht. Das unter gewöhnlichen Umständen helle, beinahe weissliche Licht wurde dabei schwach röthlich und im Spectrum waren, ausser einigen schwachen Spuren des zweiten Spectrums im Grünen[1]), nur zu beobachten: H_α und H_γ mit geringer Intensität und H_β relativ hell und verschwommen. Darauf wurde derselbe Versuch mit einer anderen Röhre von der in der Fig. 1 angegebenen Form wiederholt. Diese Röhre war an ihrem einen Ende A durch eine luftdicht aufgeschliffene und festgekittete, planparallele Glasplatte geschlossen, um die Möglichkeit zu gewähren, vor dem Spalt *longitudinal*, d. h. in der Richtung der Achse des Collimators aufgestellt zu werden, und stand durch das Rohr B mit der Luftpumpe in Verbindung. Nach mehrmaligem Füllen mit reinem Wasserstoff und Auspumpen wurde bei einem Gasdruck von einigen wenigen Millimetern schliesslich das Leuchten in derselben Weise wie oben bewirkt und die Erscheinungen im Spectroskope beobachtet. Falls

Fig. 1.



1) Es waren dies die Linien $\lambda = 5015, 4930, 4635$. S. weiter unten die Tafeln.

dabei die Röhre in gewöhnlicher Weise vor dem Spalt aufgestellt wurde, war das Spectrum genau das oben beschriebene, während man dieselbe nur longitudinal aufzustellen brauchte, um das zweite Spectrum in voller Deutlichkeit zu erhalten. Es folgt hieraus, dass die Abwesenheit dieses Spectrums bei den Salet'schen Versuchen keinen bindenden Beweis dafür liefert, dass dasselbe den dabei beseitigten Kohlenverbindungen und nicht dem Wasserstoff gehört, sondern der Grund dazu kann ebenso gut und sogar mit grösserer Wahrscheinlichkeit in der unter den angewandten Versuchsbedingungen eintretenden Verminderung der Licht-Intensität der ganzen Erscheinung gesucht werden, eine Verminderung, von der die an sich schon ziemlich schwachen Linien des zweiten Spectrums in erster Linie getroffen werden müssen.

Nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen kann ich nicht umhin, die Plücker-Wüllner'sche Deutung des vorliegenden Spectrums der Berthelot'schen gegenüber als bei Weitem mehr begründet zu betrachten. In dieser Meinung bin ich noch weiter durch zahlreiche eigene Versuche, von denen die wichtigsten weiter unten Erwähnung finden werden, bestärkt worden. Dass indessen diese Auffassung noch keinen allgemeinen Eingang gefunden, ja vielleicht nicht einmal von der Mehrzahl der Spectroskopisten getheilt wird, geht u. A. daraus hervor, dass neulich Ciamician die Berthelot'sche Erklärung als die richtigere dargestellt hat[1]) und dass Schuster die Frage noch als eine offene betrachtet[2]). Dieser letztere Umstand hat auch Wüllner[3]) dazu veranlasst, neue, darauf bezügliche Versuche anzustellen, deren Resultate zum Schluss hier eine nähere Besprechung erheischen.

Die Versuche von Wüllner gehen darauf hinaus, direct nachzuweisen, dass das Spectrum des Acetylens von dem zweiten Spectrum des Wasserstoffs ganz verschieden und mit demselben überhaupt nicht zu verwechseln ist. Zu dem Zwecke wurde aus Acetylenkupfer hergestelltes Acetylen unter sorgfältiger Beachtung aller zur Sicherung der Reinheit des Präparats nöthigen Massregeln, in eine Spectralröhre eingeführt und bis auf 1 bis 2 Millimeter verdünnt. Die spectroskopische Untersuchung des beim Durchgange des Inductionsstroms entstehenden, grünlichweissen Lichtes ergab ein ziemlich complicirtes Spectrum, welches Wüllner als dasjenige des Acetylens ansieht und dessen Verschiedenheit von demjenigen des Wasserstoffs er noch durch eine auf Messungen begründete ausführliche Beschreibung zu beweisen sucht. Eine Verschiedenheit existirt ohne Frage, aber nicht deshalb, weil das Spectrum dem Acetylen gehört, — dessen Spectrum ist ein wesentlich anderes — sondern weil dasselbe durch eine einfache Superposition der beiden Spectra des Kohlenoxyds und des Wasserstoffs gebildet ist, von welchem letzteren Spectrum gerade wegen dieser Superposition nur die allerstärksten Linien merkbar hervortreten. Um dies zu zeigen, stelle ich nachfolgend die Wüllner'sche Beschreibung des Spectrums mit den Messungen des Kohlenoxydspectrums von Ångström und Thalén, sowie mit denjenigen des zweiten

1) Wien. Sitz.-Ber., Bd. 82, Abth. II, p. 425. 1880.
2) Rep. of the Brit. Assoc., 1880, p. 287.
3) Wiedemann's Ann., Bd. XIV, p. 355. 1881.

Wasserstoffspectrums von mir übersichtlich zusammen, wobei ich jedoch diejenigen Spectralörter, welche nach Wüllner die Begrenzung der hellen Kohlenoxydbanden nach der brechbareren Seite des Spectrums hin bilden sollen, übergehe, da dieselben, als unter verschiedenen Umständen sehr variabel, für die Charakteristik des Spectrums keine Bedeutung haben. Die Wellenlängen der hieher gehörigen Linien des zweiten Wasserstoffspectrums sind den weiter unten folgenden, vollständigen Wellenlängentafeln dieses Spectrums entnommen.

Wüllner's s. g. Acetylenspectrum.		Spectrum des Kohlenoxyds.		Spectrum des Wasserstoffs.	
Beschreibung.	λ	λ	Bemerkungen.	λ	Bemerkungen.
Das Spectrum beginnt mit einem ziemlich hellen Felde bei	6620	6622,0	Anfang einer Hauptbande		
so ziemlich an derselben Stelle, an der auch das Spectrum der Kohlensäure beginnt. Auf der Mitte dieses Feldes ist schwach eine helle Linie zu sehen, wohl H_α	6567			6562,1	H_α (Å.)
Nach einem schwachen, dunklen Felde beginnt bei	6475	6469	Schwächere Bande		
ein zweites helles Feld. — Es folgt ein 5′ breites, dunkles Feld, auf welchem eine helle Linie bei	6330			6328,7	Deutliche Linie
liegt. Es beginnt dann wieder ein helles Feld bei	6305	6298,5	Helle Bande: Anf.		
welches an seiner brechbareren Seite bei	6235			6235,0	Helle Linie
durch eine helle Linie begrenzt ist. In dem dann folgenden, 3′ breiten dunklen Raume liegt bei	6204			6198,9	Sehr helle Linie
eine helle Linie. Mit weicher Grenze beginnt bei	6192				
eine Bande, welche durch eine Doppellinie	{ 6136 6124			{ 6134,1 6119,7	Sehr helle Linien
begrenzt ist. In dem sich anschliessenden dunklen Felde liegt bei	6097			6100,1	Grenze einer Liniengruppe
eine scharfe helle Linie. Weiter beginnt bei	6089	6078	Eine Hauptbande des CO		
mit breiter, weich begrenzter heller Linie ein sehr helles orange gefärbtes Feld, welches mit an-					

Wüllner's s. g. Acetylenspectrum.		Spectrum des Kohlenoxyds.		Spectrum des Wasserstoffs.	
Beschreibung.	λ	λ	Bemerkungen.	λ	Bemerkungen.
fangs langsam, später rasch abnehmender Helligkeit 13′ breit ist. Auf demselben liegen bei . . zwei helle Linien und ausserdem	6037 6023			6032,4 6021,6	Sehr helle Linien
bei	5978			5978,1	Mitte einer Doppellinie
eine helle Linie. Es folgt ein bei	5950			5950,1	Helle Linien
beginnendes streifig schattirtes				5939,6	
Feld, das etwa 11′ breit ist und				5932,5	
mehrere Linien zeigt bei.	5873			5887,4	Hauptlinien des *H*-Spectrums
	5838			5834,7	
	5804			5811,3	
Die letzte dieser Linien begrenzt das Feld an seiner brechbareren Seite. Das Spectrum setzt sich in dieser Weise in schön schattirten, auch schwache Linien zeigenden Feldern fort, bis bei	5609	5607,5	Sehr helle Bande		
die bekannte, in allen Spectra kohlenhaltiger Gase sich zeigende grüngelbe Cannelirung auftritt, die feine Schraffirung zeigend, welche auf den Cannelirungen besonders im Spectrum der Kohlensäure und des Kohlenoxydgases so schön sichtbar ist. Die Cannelirung ist jedoch ganz erheblich schmaler als im Spectrum der Kohlensäure. Sie wird durch eine scharfe Linie begrenzt bei.	5550			5536,6	?
Es folgt dann ein breites, grünes Feld, welches ähnlich wie das erste Wasserstoffspectrum eine grosse Zahl von Linien zeigt. Dann beginnt bei	5200	5197	Hellste Bande des CO		
die ebenfalls wie im Kohlensäurespectrum fein schraffirte grüne Bande, welche indess eben so wie die gelbgrüne nur halb so breit ist wie bei der Kohlensäure.					

Wüllner's s. g. Acetylenspectrum.		Spectrum des Kohlenoxyds.		Spectrum des Wasserstoffs.	
Beschreibung.	λ	λ	Bemerkungen.	λ	Bemerkungen.
Gleiches gilt von den folgenden Kohlenbanden; der blauen beginnend bei..............	4834	4833,5			
der ersten violetten..........	4510	4509,0			
der zweiten violetten.........	4393	4394,0			
Zwischen diesen Banden ist das Spectrum wie bei Acetylen und Grubengas dem Bandenspectrum des Wasserstoffs ähnlich, wenn auch im Einzelnen sich manche Unterschiede zeigen.					

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, dass in Wüllner's s. g. Acetylenspectrum fast keine einzige Linie oder Bande aufgeführt ist, die nicht entweder im Spectrum des Kohlenoxyds oder im zweiten Wasserstoffspectrum vorkommt. Vom letzteren Spectrum sind es gerade die intensivsten Linien, welche hier erscheinen, wie es auch nicht anders sein kann, da die schwächeren Linien desselben durch die breiten, hellen Banden des superponirten Kohlenoxydspectrums verdeckt werden. Dass diese Banden dem Kohlenoxyd und nicht der Kohle gehören, wie Wüllner meint, ist eine nunmehr abgemachte Sache. Das Auftreten derselben in der Wüllner'schen Röhre findet in dem geringen Drucke des Gases seine völlige Erklärung, da unter solchen Umständen das vollständige Ausschliessen des Sauerstoffs mit erheblicher Schwierigkeit verknüpft ist.

Das wahre Spectrum des Acetylens ist dagegen nach den Untersuchungen von Ångström und Thalén, Liveing und Dewar ein wesentlich anderes, und fällt mit dem bekannten Swan'schen Flammenspectrum kohlehaltiger Gase zusammen. Im vorliegenden Spectrum ist dasselbe nicht einmal als Spur vorhanden, wenn man nicht die Bande bei $\lambda = 6192$ mit der Kohlenwasserstoffbande $\lambda = 6187$ identificiren will, was mir aber etwas bedenklich erscheint, da die weit stärkeren Banden bei $\lambda = 5633$, 5164 und 4736 fehlen.

In der von Wüllner beabsichtigten Weise, beweisen demnach diese Versuche nicht *direct*, dass das in Wasserstoffröhren beobachtete zweite Spectrum wirklich dem Wasserstoff und nicht dem Acetylen gehört, wohl aber *indirect*, indem nach Wüllner's Angabe dies Spectrum während der Beobachtung über dasjenige des Kohlenoxyds mehr und mehr das Uebergewicht bekam, bis es schliesslich beinahe rein dastand. Es ist diese Erscheinung mit den Berthelot'schen Untersuchungen ganz im Einklang, nach denen bei fortgesetzter Einwirkung der electrischen Entladung das Acetylen allmählich in die stabile Mischung von Wasserstoff und Acetylen übergeht, deren Procentverhältniss im gegenwärtigen Falle durch die Zahlen 97 und 3 ausgedrückt wird. Dies schliessliche grosse Uebergewicht des Wasser-

stoffs ist es gerade, was dafür spricht, dass das mehrerwähnte Spectrum diesem Gase und nicht dem Acetylen gehört und das allmähliche Entstehen desselben erklärt zur Genüge das nach und nach erfolgende Erblassen der Kohlenoxydbanden.

Von dieser Besprechung älterer Untersuchungen gehe ich jetzt zur Beschreibung meiner eigenen Versuche über. Dieselben sind zunächst darauf gerichtet gewesen, den Ursprung des Spectrums womöglich näher festzustellen, als bis jetzt geschehen ist, dann aber auch, und im Zusammenhange damit, auf eine möglichst vollständige Durchmusterung desselben unter verschiedenen Verhältnissen des Entstehens. Die nahe Zusammengehörigkeit dieser beiden Aufgaben braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden; — in der That ist es gerade die vollständige Identität der Spectralerscheinungen des in verschiedener Weise hergestellten Gases, welche in Verbindung mit der obigen Kritik der bisjetzigen Untersuchungen mich zu der Ueberzeugung geführt hat, dass das Spectrum dem Wasserstoff selbst zugeschrieben werden muss. Wie wenig aber diese Untersuchungen die genauere Kenntniss desselben gefördert haben, geht daraus genügend hervor, dass mit Ausnahme einiger vereinzelter Versuche von Seabroke[1]) und Vogel[2]) daran noch keine wirklichen Messungen angestellt sind. Die von Wüllner vor einigen Jahren gegebene Zeichnung ist auch nicht geeignet, den Bedürfnissen der Spectroskopie zu genügen, da derselben, in Ermangelung aller Zahlenangaben und sogar einer Skala, auch nicht einmal angenäherte Wellenlängenwerthe der wenigen angegebenen Linien entnommen werden können. Die unten folgenden Messungen und die auf Grundlage derselben entworfene Zeichnung werden diese Lücke wenigstens zum grössten Theil ausfüllen.

Das von mir benutzte Spectroskop ist von dem gewöhnlichen Steinheil'schen Modelle und lässt bei Anwendung eines kräftigen Rutherfurd'schen Prismas im Spectrum eine ganz erhebliche Menge Details erkennen. Die Dispersion, welche etwas mehr beträgt als diejenige zweier gewöhnlichen Flintglasprismen von 60° brechendem Winkel, hätte, bei den mir zu Gebote stehenden Mitteln, das Leuchten des Gases zu bewirken, für die hellere rothgelbe Partie des Spectrums wohl noch etwas gesteigert werden können; indessen wäre dadurch wenig gewonnen, da die übrigen Spectraltheile, wegen Lichtschwäche eine grössere Dispersion nicht vertragen. Die bei den ersten Beobachtungsreihen angewandte Vergrösserung 9,3 wurde bei den übrigen auf 17,0 gesteigert, da die Helligkeit des Spectrums sich genügend erwies, um diese Steigerung zu erlauben.

Die Wellenlängen der Linien wurden durch mikrometrische Verbindung derselben mit passend gelegenen, aus Thalén's Tafeln ausgewählten Metalllinien bestimmt. Diese Linien wurden dabei stets so gewählt, dass die Interpolationsfehler die Zuverlässigkeit der abzuleitenden Wellenlängen möglichst wenig beeinträchtigten. Wünschenswerther wäre es nun allerdings gewesen, wenn die Linien des Gases direct auf diejenigen des Sonnenspectrums hätten bezogen werden können; — bei einem so lichtarmen Spectrum wie dem vorliegenden

1) Monthly Notices Vol. XXXII p. 63. | 2) Pogg. Ann. Bd. CXLVI p. 569.

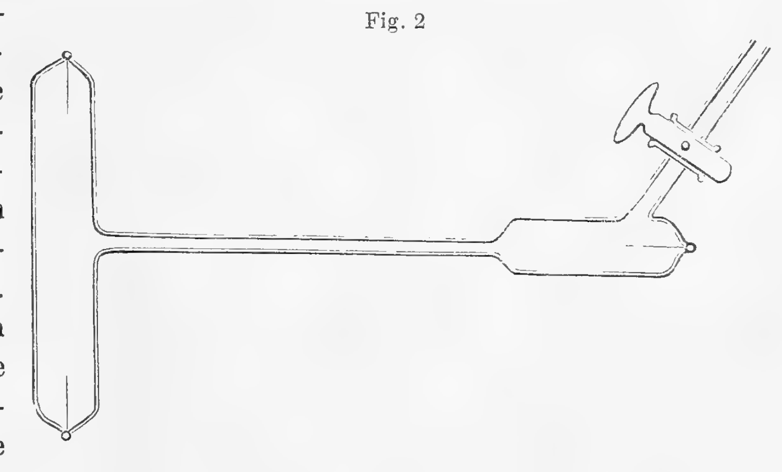
stösst aber diese Methode auf erhebliche Schwierigkeiten und bringt, meiner Meinung nach, unter Umständen sogar grössere Fehler hinein, als diejenigen, welche die Anwendung der Metallspectra als vermittelndes Glied befürchten lässt.

Eine Geissler'sche Röhre, unmittelbar vor dem Spalt des Spectroskops aufgestellt, wirkt bekanntlich wie eine Cylinderlinse, und jede kleine Verschiebung derselben spiegelt sich in einer grösseren oder kleineren scheinbaren Ortsveränderung der Linien des Spectrums ab. Dieser Umstand würde im gegenwärtigen Falle, wo zum Zweck der Beobachtung des Vergleichsspectrums die Spectralröhre bei der Seite geschoben werden muss, zu den allerstörendsten Unregelmässigkeiten in den Messungen Anlass gegeben haben, und ich habe deshalb, um diesen Uebelstand zu vermeiden, mich eines achromatischen Objectivs von kurzer Brennweite bedient, um auf dem Spalt ein scharfes Bild der Röhre resp. des Funkens der Vergleichsmetalle zu entwerfen. In dieser Weise bleibt bei feststehender Projectionslinse das Spectrum vollständig unverrückt im Gesichtsfelde und die erwähnte Fehlerquelle ist beseitigt.

Als Electricitätsquelle hat stets eine grosse Ruhmkorff'sche Rolle von Keyser und Schmidt in Berlin gedient, und zwar unter Anwendung einer Batterie von sechs grossen Bunsen'schen Elementen. Gewöhnlich wurde nur der einfache Inductionsstrom benutzt, aber Fälle sind vorgekommen, namentlich bei weiteren Röhren, wo die Einschaltung einer kleinen Funkenstrecke in Verbindung mit einer Leydner Flasche die Deutlichkeit des Spectrums erheblich vermehrte. Diese Funkenstrecke muss dann aber so klein gewählt werden, dass die charakteristischen Linien nicht verschwommen erscheinen, weil in diesem Falle das zweite Spectrum an Glanz verliert, statt zu gewinnen.

Für die Messungen wurden im Ganzen *vier* verschiedene Röhren benutzt. Die *erste* war eine kleine, etwa 3 Zoll lange, mit Wasserdampf gefüllte Röhre der üblichen Form, deren Capillare bei etwa 30 Mm. Länge einen inneren Durchmesser von etwa 0,5 Mm. besass. Dieselbe war bis auf einige wenige Zehntel Mm. ausgepumpt. Das Rohr № 2 war eine fertig gekaufte Wasserstoffröhre. Die *dritte* Röhre hatte die bekannte, von Wüllner eingeführte Form, jedoch mit der Modification, dass an derselben eine, etwa einen Zoll im Durchmesser haltende, mit Phosphorsäure-Anhydrid gefüllte Kugel angeschliffen war. Die *vierte* Röhre schliesslich wurde, um longitudinal vor dem Spalt aufgestellt werden zu können, an ihrem einen Ende und senkrecht zu dem etwa 55 Mm. langen Capillarstück mit einem weiten Cylinder versehen, wie aus der beistehenden Fig. 2 ersichtlich ist. Die innere Weite

Fig. 2



der Capillaren dieser beiden Röhren betrug resp. etwa 1 Mm. und 2,5 Mm. und der Druck des Gases in beiden Fällen 2 bis 3 Mm.

Es braucht wohl kaum besonders bemerkt zu werden, dass bei der Herstellung des zu benutzenden Gases, sowie bei der Füllung der Röhren, jede die Reinheit desselben bedingende Vorsichtsmassregel streng beobachtet worden ist. Das aus Zink und Schwefelsäurehydrat sich entwickelnde Gas wurde demnach in bekannter Weise von beigemengten Verunreinigungen sorgfältig befreit und von dem Entwickelungsapparat direct in die vorher mehrmals erhitzte und ausgepumpte Röhre eingeführt. Erst nachdem in dieser Weise die Röhren mehrfach mit Wasserstoff ausgespült waren, wurden dieselben bei dem obengenannten Druck geschlossen und zur Beobachtung benutzt.

In den folgenden Tafeln sind die Resultate sämmtlicher an dem Spectrum angestellten Messungen angegeben. Dieselben enthalten die Wellenlängen aller bei den angewandten Mitteln überhaupt sichtbaren Linien, von denen eine grosse Anzahl, namentlich im grünen und blauen Theile des Spectrums so ausserordentlich schwach sind, dass sie in der That beinahe an der Grenze der Sichtbarkeit stehen. Es könnte nun allerdings als überflüssig erachtet werden, mehr als die definitiven Mittel hier anzuführen, ich habe aber aus zwei Gründen die Aufführung der einzelnen Messungsreihen als zweckmässig angesehen, *erstens* weil dadurch am besten die erreichte Genauigkeit sich beurtheilen lässt, und *zweitens* weil daraus die völlige Identität der Spectralerscheinungen des in verschiedener Weise entstandenen Gases hervorgeht. Für die in der Tafel *A* enthaltene gelbrothe Partie, welche den charakteristischen Theil des Spectrums bildet, sind nämlich die vier Messungsreihen resp. unter Anwendung der vier oben erwähnten Röhren erhalten worden, während die für das übrige Spectrum in der Tafel *B* gegebenen Bestimmungen mit Hülfe der Röhren № 2 und 4 gemacht worden sind. Die Anwendung der stärkeren Vergrösserung bei den Reihen III und IV der Tafel *A* erklärt, wesshalb in diesen Reihen einzelne feine Linie vorkommen, die in den Reihen I und II fehlen. Die Werthe der Tafel *B* sind sämmtlich unter Benutzung der stärkeren Vergrösserung erhalten worden.

Was die Einrichtung der Tafeln im Uebrigen betrifft, so ist nur nöthig zu bemerken, dass die Wellenlängen in Einheiten der siebenten Stelle des Millimeters ausgedrückt sind, sowie dass die in der Columne *J* vorkommenden Zahlen die geschätzten Intensitäten der Linien darstellen. Dazu sind die Zahlen 1—6 angewandt worden, indem mit 1 die allerschwächsten, eben erkennbaren Linien, und mit 6 die stärksten bezeichnet sind. Einzelne, etwas verschwommen aussehende Linien sind mit einem *v* angezeigt. Schliesslich sind unter *V* und *S* die wenigen älteren Bestimmungen von Vogel und Seabroke aufgeführt, von denen die letzteren von Kirchhoff's Skala auf Wellenlängen reducirt sind.

Tafel A.

Von λ = 640 bis λ = 563.

Reihe I.	Reihe II.	Reihe III.	Reihe IV.	Mittel.	J	Bemerkungen.	Aeltere Best. V	Aeltere Best. S
—	—	—	6408,0	6408,0	1	Sehr schwer zu sehen; λ in Folge dessen wenig sicher.		
—	—	—	6383,5	6383,5	1			
—	—	—	66,8	6366,8	1			
6328,0	6327,8	—	30,4	6328,7	2			
02,3	00,2	—	02,4	6301,6	1—2			
—	—	—	6286,5	6286,5	1			
6274,7	6273,3	—	74,0	6274,0	2			
—	—	—	62,8	6262,8	1			
—	—	—	46,1	6246,1	1			
34,8	34,0	—	36,3	6235,0	4			
22,9	22,9	—	23,4	6223,1	4			
6199,0	6199,4	6197,4	6199,9	6198,9	5	*v.*		
77,4	80,2	83,6	84,5	6181,4	2			
—	—	72,6	75,6	6174,1	3			
60,1	60,2	59,5	62,6	6160,6	3	Vielleicht O. ?		
32,9	34,7	34,0	34,8	6134,1	5—6	Zwischen diesen Linien liegt eine feine Linie.		6129
19,3	20,1	18,6	20,8	6119,7	4—5			
01,3	01,7	6097,3	6099,6	6100,1		Grenze einer hellen Zone, auf welcher die drei folgenden Linien liegen.		
—	—	—	90,5	6090,5	2			
6085,3	6086,4	79,8	82,4	6083,5	3			
74,7	73,1	—	69,1	6072,3	4			
—	—	66,5	63,9	6065,2	2			
—	—	55,7	55,0	6055,3	3	Hintergrund schwach beleuchtet.		
—	—	40,0	42,8	6041,4	1			
36,9	32,7	30,6	29,7	6032,4	6	*v.*		6026
26,6	22,7	18,0	17,1	6021,6	6	*v.*		
5997,4	06,6	03,4	5999,8	6001,8	2			
—	—	5991,2	86,2	5988,7	3			
80,3	78,8	82,1	78,8	5980,4	2	Mitte: 5978,1.		
		74,0	71,9	5973,0	4			
65,8	64,0	68,0	65,7	5965,9	1			
—	—	58,9	56,3	5957,6	3			
51,8	53,7	48,5	46,5	5950,1	2			
39,7	42,3	38,4	37,1	5939,4	4			
26,0	36,5	31,4	29,6	5932,5	4	Mitte 5925,1		
	20,5	17,1	15,6	5917,7	3			
5887,6	5887,1	5887,7	5887,3	5887,4	4	Dpl. Componenten: 5889,7 5884,9		5879?

Reihe I.	Reihe II.	Reihe III.	Reihe IV.	Mittel.	J	Bemerkungen.	Aeltere Best.	
							V	S
—	—	76,2	78,0	5877,1	1			
70,0	66,4	68,9	70,3	5868,9	3			
62,7	—	59,4	61,5	5861,2	2			
50,4	47,9	49,0	48,8	5849,0	3			
35,1	32,7	35,2	35,8	5834,7	5			5828,3
—	—	—	29,9	5829,9	1			
—	—	22,5	22,8	5822,6		Feines Liniengitter «zu beiden Seiten mehrere schwache Linien V.		
11,7	10,3	11,0	12,4	5811,3	6		5813	5811,2
—	—	03,1	04,1	5803,6	2			
—	5790,9	5791,4	5793,8	5792,0	2	Dpl.		
5785,2	—	83,2	86,1	5784,8	3			
—	—	—	77,6	5777,6	1	In den Reihen I u. II gesehen.		
73,0	71,0	69,0	74,6	5771,9	2			
—	—	65,5	66,5	5766,0	3			
57,8	57,3	58,0	58,0	5757,8	4	Dpl.		
41,9	40,5	36,3	44,0	5740,7	4	In diesem Raume 5 gleiche scharfe Linien.		5730,6
28,0	22,4	28,7	25,0	5726,0				
16,9	14,1	14,0	15,0	5715,0	2			
03,7	00,2	03,5	02,6	5702,5	3			
—	—	—	5696,0	5696,0	2			
5685,7	5684,8	5688,2	87,7	5688,0	3	Mitte: 5684,6.		
		81,9	80,5	5681,2	3			
70,6	69,9	72,0	—	5670,9	1			
—	—	59,4	—	5659,4	2			
58,1	56,1	55,1	—	5656,4	2			
—	—	43,0	—	5643,0	1			
32,4	—	33,5	—	5633,0	2			

Tafel B.

Von λ = 563 bis λ = 441.

Reihe I.	Reihe II.	Mittel.	J	Bemerkungen.	Aeltere Bestimmungen.	
					V	S
5633,5	5635,8	5634,6	2—3	Dieselbe Linie wie 5633,0 der Tafel A.		
—	27,9	5627,9	2			
13,3	—	5613,3	2			
00,3	01,9	5601,1	2			

Reihe I.	Reihe II.	Mittel	J	Bemerkungen.	Aeltere Bestimmungen.	
					V	S
—	5598,6	5598,6	2	Die bei Vogel folgende Linie 5555 nicht gesehen.	5596	
—	84,5	5584,5	2			
5536,1	37,1	5536,6	2—3			
18,4	—	5518,4	1			
05,7	05,8	5505,7	1			
5497,7	—	5497,7	1			
84,7	82,8	5483,7	1			
—	63,3	5463,3	1			
37,5	36,4	5437,0	1—2	Diese Linien liegen auf einem etwas helleren Hintergrunde als das übrige Spectrum.		
27,5	26,2	5426,8	2			
20,7	19,0	5419,8	3		5422	
12,2	08,9	5410,5	1	Auf hellerem Hintergrunde.		
5399,9	5398,8	5399,3	2			
87,9	86,3	5387,1	2—3			
75,8	71,4	5373,6	1			
—	64,6	5364,6	1			
53,8	55,2	5354,5	1—2			
—	43,8	5343,8	2			
34,3	36,3	5335,3	2			
18,8	20,3	5319,5	1—2			
04,0	04,8	5304,4	2—3			
5293,0	5293,6	5293,3	1—2			
84,4	85,5	5285,0	1			
74,6	74,5	5274,5	1—2			
66,2	66,3	5266,2	2—3			5261,3
58,7	58,3	5258,5	2			
46,8	47,2	5247,0	1—2	*v* nach Violett.		
31,4	30,4	5230,9	2			
24,7	22,9	5223,8	1			
—	14,8	5214,8	2			
—	05,6	5205,6	1			
5197,8	5197,9	5197,8	3		5189	5192,5
—	91,1	5191,1	1			
82,0	81,9	5182,0	1			
70,3		5170,3				
56,8	57,3	5157,0	1			
44,7	44,8	5144,7	1			
—	28,5	5128,5	1			
10,5	14,3	5112,4	1			
5083,6	5084,3	5084,0	2—3			
70,2	70,3	5070,2	1			

Reihe I.	Reihe II.	Mittel.	J	Bemerkungen.	Aeltere Bestimmungen. V	S
—	65,0	5065,0	1			
55,9	57,0	5056,4	2			
49,0	50,1	5049,5	1			
41,3	40,3	5040,8	1			
31,4	31,7	5031,5	1			
16,6	17,2	5016,9	3	Entspricht wahrscheinlich der Linie 5008 bei *V*.	5008	5012,5
4980,5	4983,8	4982,1	1			
73,8	75,2	4974,5	1			
67,3	69,0	4968,1	1	Auffallend, dass Seabroke diese Linie gesehen hat.		4968,5
—	58,1	4958,1	2			
47,2	—	4947,2	1			
34,2	35,5	4934,8	3			
28,2	29,9	4929,0	2—3		4929	4931,5
20,1	21,0	4920,5	1			
07,1	10,3	4908,7	1			
—	4897,8	4897,8	1			
—	85,4	4885,4	1			
4873,4	74,0	4873,7	2			4872,0
64,3	65,2	4864,7	1			
49,5	50,2	4849,8	1			
43,4	43,5	4843,5	1			
37,6	37,7	4837,7	1			
32,6	32,1	4832,3	1			
24,7	25,2	4825,0	1			
4797,8	4798,8	4798,3	1—2			
—	86,5	4786,5	2			
81,8	82,4	4782,1	1—2			
42,8	44,0	4743,4	1			
—	36,8	4736,8	1—2			
—	30,7	4730,7	1			
23,0	24,6	4723,8	2			4725,7
19,8	19,0	4719,4	1—2			
—	14,5	4714,5	1—2			
11,6	10,3	4711,0	1			
4683,9	4686,1	4685,0	2			
—	79,0	4679,0	1			
71,9	72,2	4672,0	1—2			
62,7	62,8	4662,7	1			
54,0	54,7	4654,3	1—2			
34,4	35,5	4635,5	4	In Reihe II die Componenten scharf getrennt.	4632	4626,6
	33,0	4633,0	4			

Reihe I.	Reihe II.	Mittel.	J	Bemerkungen.	Aeltere Bestimmungen.	
					V	S
27,7	28,6	4628,1	1—2			
18,7	18,8	4618,7	2—3			
07,0	07,2	4607,1	1—2			
4599,3	4597,8	4598,5	1			
80,0	81,3	4580,6	4	*v.* zu beiden Seiten.	4581	4576,1
73,3	73,2	4573,2	2			
67,4	68,3	4567,8	2			
62,7	63,1	4562,9	1			
57,5	58,3	4557,9	1			
50,7	50,6	4550,6	2	*v.*		
—	43,5	4543,5	1			
38,6	38,9	4538,7	1			
31,8	33,5	4532,6	1			
22,8	—	4522,8	1	*v.*		
06,3	—	4506,3	1		4506	
4498,3	—	4498,3	2			4498,5
91,9	—	4491,9	1	*v.* Ziemlich breit.		
59,7	—	4459,7	1	*v.* breit. Mitte.		4454,7
47,7	—	4447,7	1	Schwaches Max.		
22,4	—	4422,4	1	Schwaches Max.		
13,5	—	4413,5	1—2	*v.* Mitte.		4414,2

Wie man sieht, ist die Uebereinstimmung der Werthe der einzelnen Reihen unter einander eine im Allgemeinen sehr befriedigende, nur in der gelbrothen Partie kommen gelegentlich einige bedeutendere Abweichungen vor, jedoch nicht grösser, als es in Anbetracht der geringeren Dispersion dieses Spectraltheils erklärlich sein dürfte. Im Allgemeinen wird man somit die Genauigkeit der definitiven Wellenlängen als vollkommen befriedigend bezeichnen, und für die Mehrzahl derselben den wahrscheinlichen Fehler auf höchstens eine Ångström'sche Einheit veranschlagen können. Dass unter den Mitteln auch diejenigen Wellenlängen aufgenommen sind, welche nur in einer Beobachtungsreihe vorkommen, hat darin seinen Grund, dass dieselben dennoch als Mittel angesehen werden können, da sie wie alle übrigen Bestimmungen auf mindestens *drei* Einzelbeobachtungen beruhen.

Da die Identität der Spectralerscheinungen des aus verschiedenen Quellen stammenden Wasserstoffs durch die Zahlen der obigen Tafeln wohl vollkommen ausser Zweifel gesetzt sein dürfte, so scheint es mir durchaus unmöglich, das Spectrum irgend einem andern fremden Körper zuzuschreiben. Zum Ueberfluss wird dies noch dadurch bestätigt, dass eine fünfte Röhre, die ich mit electrolytisch hergestelltem Wasserstoff unter sorgfältiger Berücksichtigung aller Vorsichtsmassregeln füllte, identisch dasselbe Spectrum zeigte.

Der einzige Umstand, der gegen das hier Gesagte von Denjenigen, welche in dem vorliegenden Spectrum dennoch ein Acetylenspectrum sehen wollen, angeführt werden könnte, ist die immer vorhandene Möglichkeit einer Verunreinigung des Gases durch von den Hähnen der Luftpumpe stammende Kohlenverbindungen. Darauf lässt sich aber erwidern, *erstens* dass wenn dies der Fall wäre, auch das Kohlenoxydspectrum sich zeigen müsste, weil dies Spectrum bei hohen Verdünnungen in Spectralröhren bekanntlich beinahe ebenso allgegenwärtig ist, wie dasjenige des Natriums in den Flammen. In allen von mir hergestellten Röhren war aber von demselben keine Spur zu sehen. *Zweitens* ist zu bemerken, dass wenn unser Spectrum dem aus solchen Verunreinigungen herrührenden Acetylen gehörte, man dasselbe, mehr oder weniger vollständig, in *jeder* Röhre erwarten muss, welche mit derselben Luftpumpe hergestellt ist. Dies ist aber wiederum nicht der Fall, denn als die Röhre № 3 mit trockener Luft gefüllt und bis auf etwa 1 Mm. ausgepumpt wurde, beobachtete ich ein *vollkommen reines*, sehr schön entwickeltes Bandenspectrum des Stickstoffs, während das Einlassen feuchter Luft nach Beseitigung des Phosphorsäure-Anhydrids das obige Spectrum sofort hervorrief. Es ist demnach unmöglich, dasselbe auf etwaige von der Luftpumpe stammende kohlehaltige Gase zurückzuführen.

Nach alledem glaube ich mit Zuversicht die Ansicht aussprechen zu können, dass *das hier beschriebene Spectrum jedenfalls dem Wasserstoffe und nicht dem Acetylen gehört.*

Betrachtet man die Reihen III und IV der Tafel *A*, sowie die Tafel *B* näher, so findet man, dass in beiden Fällen die Anzahl der beobachteten, d. h. sichtbaren Linien sehr nahe dieselbe ist; mit anderen Worten, dass die Vergrösserung der strahlenden Schicht um beiläufig das 50-fache keine nennenswerthe Veränderung des Spectrums herbeigeführt hat. Dies scheint mit dem oben pag. 9—10 beschriebenen Versuche in geradem Widerspruche zu stehen, indem bei longitudinaler Aufstellung des dort genannten Rohrs das Spectrum vollkommen deutlich hervortrat, während sonst davon nur Spuren zu bemerken waren. Der Widerspruch löst sich aber sofort, wenn man beachtet, dass im letzteren Falle die Temperatur eine erheblich niedrigere war. Geht man nämlich von der bekannten Zöllner'schen Formel

$$E = \{1 - (1 - A_\lambda)^\delta\} \varepsilon$$

aus, welche die Intensität des von einer leuchtenden Gasschicht von der Dicke δ ausgestrahlten Lichtes von der Wellenlänge λ giebt, so überzeugt man sich leicht, dass diese Intensität um so weniger durch eine Vergrösserung von δ beeinflusst wird, je höher die Temperatur ist. Aus den beiden Ausdrücken:

$$\frac{\partial E}{d\delta} = -\varepsilon \cdot \log(1 - A_\lambda) \cdot (1 - A_\lambda)^\delta$$

$$\frac{\partial^2 E}{d\delta\, dA_\lambda} = \varepsilon \cdot (1 - A_\lambda)^{\delta - 1} \{1 + \delta \log(1 - A_\lambda)\}$$

folgt nämlich, dass $\frac{\partial E}{\partial \delta}$ mit A_λ *wächst*, so lange $A_\lambda < 1 - e^{-\frac{1}{\delta}}$, dagegen *abnimmt* mit wachsendem A_λ, wenn $A_\lambda > 1 - e^{-\frac{1}{\delta}}$. Da nun für eine gegebene Wellenlänge, A_λ nur eine

Function der Temperatur ist, die, von welcher Form sie auch sein mag, jedenfalls *die* Eigenschaft besitzen muss, mit der Temperatur innerhalb der durch ihre Natur bedingten Grenzen zu wachsen, so ersieht man, dass so lange die Temperatur noch so niedrig ist, dass A_λ den Werth $1 - e^{-\frac{1}{\delta}}$ nicht erreicht hat, eine Vergrösserung der Dicke der strahlenden Schicht und eine Steigerung der Temperatur beide eine Vergrösserung von E bewirken, während für solche Temperaturwerthe, für welche A_λ den bezeichneten Werth überschritten hat, eine weitere Temperatursteigerung dem Einflusse der Vergrösserung von δ entgegen wirkt. Bei hohen Temperaturen muss demnach ein Spectrum erheblich weniger durch Veränderung der Dicke der strahlendeu Schicht modificirt werden, als bei niedriger Temperatur, gerade wie die obigen Versuche zeigen.

Man kann aber vielleicht noch weiter gehen und in diesen Versuchen sogar eine experimentelle Bestätigung der erwähnten Eigenschaft der Function A erblicken. Ich würde dazu um so mehr geneigt sein, als es mir überhaupt unbegreiflich erscheint, wie eine stetige Steigerung der Temperatur eine andere Wirkung haben könne, wenigstens so lange keine Dissociationen und darauf beruhende Veränderungen der atomistischen Anordnung des strahlenden Systems eingetreten sind. Wird dies zugegeben, so befindet man sich, wenn für einen Körper mit Steigerung der Temperatur ein Spectrum verschwindet und ein neues entsteht, der Nothwendigkeit gegenüber, für diese Erscheinung gerade eine solche Dissociation als Grund anzunehmen, und muss folglich das erste Spectrum einer complicirteren Anordnung der Molecüle, oder, wenn man so will, einer Verbindung des Körpers mit sich selbst zuschreiben. Da nun für den Wasserstoff nach den Versuchen von E. Wiedemann[1]) eine stetige Erhöhung der Temperatur zunächst ein allmähliches Zurücktreten, dann aber bei Erreichung einer gewissen Grenze ein beinahe plötzliches Verschwinden des im Obigen beschriebenen Spectrums bewirkt, so führen uns diese Betrachtungen auf die von Ångström als zweite Alternative ausgesprochene Ansicht zurück, nach welcher dasselbe einer Verbindung des Wasserstoffs mit sich selbst gehört. Der von Wiedemann für die zur Ueberführung des Spectrums in das aus den drei charakteristischen Linien bestehende abzugebende Energiemenge gefundene Wärmewerth würde demnach nichts Anderes sein, als das thermische Aequivalent der entsprechenden Dissociationsarbeit.

Wenn die oben auseinandergesetzten Anschauungen über die Spectralverhältnisse des Wasserstoffs als der Wirklichkeit entsprechend angesehen werden, so erklärt es sich auch vollkommen ungezwungen, wesshalb in den Spectra der Sonne und der Mehrzahl der Sterne nur die characteristischen Linien des Gases als Absorptions- resp. Emissionslinien erscheinen, während vom zweiten Spectrum keine Spur zu entdecken ist. Es hat dies einfach in der auf diesen Himmelskörpern herrschenden enormen Temperatur seinen Grund. Bei solchen Sternen aber, welche wie z. B. α Orionis, α Herculis etc., nach ihren complicirteren Spectra zu

1) Wiedemann's Ann. Bd. X p. 202.

urtheilen, sich in einem mehr vorgerückten Zustande der Abkühlung befinden, würde das Erscheinen des zweiten Wasserstoffspectrums unter diesen Voraussetzungen nichts Unerwartetes bieten, namentlich da den Beobachtungen zufolge das charakteristische Spectrum bei diesen Sternen entweder gar nicht oder nur als Spur vorhanden ist. Indessen wird die Verificirung dieser Vermuthung auf dem Wege der Beobachtung wegen Lichtmangel wohl für immer zu den Unmöglichkeiten gerechnet werden müssen und dasselbe gilt à fortiori auch für die Nebelflecke, bei denen aus anderen Gründen das Auftreten des zweiten Wasserstoffspectrums neben der charakteristischen Linie H_β mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit sonst erwartet werden könnte.


66.
Hα

66 5 65 5 64 5 63 5 62 5 61 5 60 5 59 5 58 5 57 5 56 5 55 5 54 5 53 5 52 5 51 5 50 5 49 5 48

Hα C D E b Hβ F

49 5 48 5 47 5 46 5 45 5 44 5 43

Hβ F Hγ

Ouvrages astronomiques et géodésiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. I, № 1. **Struve, O.** Nouvelle détermination de la parallaxe annuelle des étoiles α Lyrae et 61 Cygni. 1859. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 6. **Schubert, T. F.** Essai d'une détermination de la véritable figure de la terre. Avec 1 pl. 1859. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. II. № 1. **Struve, O.** u. **Winnecke, Dr. A.** Pulkowaer Beobachtungen des grossen Cometen von 1858. Erste Abtheilung: Beobachtungen am Refractor, angestellt von O. Struve, Mitgliede der Akademie. Zweite Abtheilung: Beobachtungen am Heliometer nebst Untersuchungen über die Natur des Cometen von Dr. A. Winnecke, Adjunct-Astronomen der Hauptsternwarte. Mit 6 Taf. 1859. Pr. 1 R. 50 K. = 5 Mk.

№ 4. **Struve, O.** Beitrag zur Feststellung des Verhältnisses von Keppler zu Wallenstein. 1860. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. III. № 5. **Baeyer, J. J.** Ueber die Strahlenbrechung in der Atmosphäre. Avec 1 pl. lith. 1860. Pr. 65 K. = 2 Mk. 20 Pf.

T. IV, № 1. **Struve, O.** Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. (6.) Juli 1860 in Pobes. Nach den Berichten der einzelnen Theilnehmer zusammengestellt. Mit 3 Taf. 1861. Pr. 85 K. = 2 Mk. 80 Pf.

T. V, № 4. **Struve, O.** Observations de la grande nébuleuse d'Orion, faites à Cazan et à Poulkova. Ie Partie: Mémoire de M. Liapounov sur les observations de Cazan. IIe Partie: O. Struve, Additions au mémoire de M. Liapounov et Observations de Poulkova. Avec 4 pl. lith. 1862. Pr. 1 R. 35 K. = 4 Mk. 50 Pf.

T. VI, № 7. **Winnecke, A.** Beobachtungen des Mars um die Zeit der Opposition 1862. 1863. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 11. **Sawitsch, A.** Opposition des Mars im Jahre 1862, beobachtet auf der kleinen akademischen Sternwarte zu St. Petersburg. 1863. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. VII, № 7. **Winnecke, A.** Pulkowaer Beobachtungen des hellen Cometen von 1862, nebst einigen Bemerkungen. Mit 6 lith. Taf. 1864. Pr. 90 K. = 3 Mk.

T. VIII, № 2. **Linsser, C.** Vier von De l'Isle beobachtete Plejaden-Bedeckungen, bearbeitet und mit Hansen's Mond-Tafeln verglichen. 1864. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. X, № 1. **Gyldén, H.** Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. Erste Abhandlung. 1866. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. XII, № 4. **Gyldén, H.** Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. Zweite Abhandlung. 1868. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 5. **Struve, O.** Beobachtungen des grossen Cometen von 1861. Mit 1 lith. Taf. 1868. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XVI, № 10. **Gyldén, H.** Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. I. Entwickelung einiger Verbindungen elliptischer Functionen. 1871. Pr. 1 R. 5 K. = 3 Mk. 50 Pf.

T. XVII, № 1. **Kortazzi, J.** Bestimmung der Längen-Differenz zwischen Pulkowa, Helsingfors, Åbo, Lowisa und Wiborg. 1871. Pr. 60 K. = 2 Mk.

№ 10. **Fuss, V.** u. **Nyrén, M.** Bestimmung der Längen-Differenz zwischen den Sternwarten Stockholm und Helsingfors, ausgeführt im Sommer 1870. 1871. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XVIII, № 3. **Fuss, V.** Beobachtungen und Untersuchungen über die astronomische Strahlenbrechung in der Nähe des Horizontes. 1872. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 5. **Asten, E. v.** Resultate aus Otto von Struve's Beobachtungen der Uranustrabanten. 1872. Pr 25 K. = 80 Pf.

№ 10. **Asten, E. v.** Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. I. Berechnung eines wichtigen Theiles der absoluten Jupitersstörungen des Encke'schen Cometen. 1872. Pr. 65 K. = 2 Mk. 20 Pf.

T. XIX, № 2. **Nyrén, M.** Bestimmung der Nutation der Erdachse. 1872. Pr. 55 K. = 1 Mk. 80 Pf.

№ 10. **Nyrén, M.** Die Polhöhe von Pulkowa. 1873. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXIII, № 3. **Nyrén, M.** Das Aequinoctium für 1865,0, abgeleitet aus den am Passageninstrumente und am Verticalkreise in den Jahren 1861 — 70 in Pulkowa angestellten Sonnenbeobachtungen. 1876. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XXVI, № 2. **Asten, E. v.** Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. II. Resultate aus den Erscheinungen 1819—1875. 1878. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

№ 4. **Hasselberg, Dr. B.** Studien auf dem Gebiete der Absorbtionsspectralanalyse. Avec 4 pl. 1878. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

T. XXVII, № 1. **Hasselberg, Dr. B.** Ueber das durch electrische Erregung erzeugte Leuchten der Gaze bei niedriger Temperatur. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 11. **Struve, O.** Études sur le mouvement relatif des deux étoiles du système de 61 Cygni. 1880. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXVIII, № 6. **Backlund, O.** Zur Theorie des Encke'schen Cometen. 1881 Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. XXX, № 4. **Lindemann, Ed.** Zur Beurtheilung der Veränderlichkeit rother Sterne. 1882. Pr. 15 K. = 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences. Juin, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences. (Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome XXX, N° 8.

ÜBER DEN EINFLUSS

DER

DIFFRACTION AN FERNRÖHREN AUF LICHTSCHEIBEN.

VON

Hermann Struve.

(*Lu le 25 Mai 1882.*)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 90 Kop. = 3 Mk.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 8.

ÜBER DEN EINFLUSS
DER
DIFFRACTION AN FERNRÖHREN AUF LICHTSCHEIBEN.

VON

Hermann Struve.

(*Lu le 25 Mai 1882*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 90 Kop. = 3 Mk

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Juillet, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Einleitung.

Der Einfluss der Diffraction auf die Focalbilder von Lichtpunkten in Fernröhren ist zuerst von Airy in den «Cambridge Transactions Vol V. p. III.» untersucht. Die einem jeden Beobachter bekannten Erscheinungen an Fixsternen, nämlich die Ausbreitung derselben in kleine Scheibchen und die sie umgebenden Interferenzringe wurden durch ihn als eine nothwendige Folge der Diffraction an der Objectivöffnung erklärt. Er fand dabei die Lage der Interferenzringe in Uebereinstimmung mit der Theorie und bewies ferner, dass die Aufgabe: die Intensität des gebeugten Lichts in irgend einem Punkte der Focalebene zu bestimmen, auf eine Integralfunction führt, welche durch die convergente Reihenentwicklung $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \cdot \frac{z^{2n-1}}{2^{2n-1} (n-1)!\, n!}$ berechnet werden kann. — In gewissem Sinne ist Airy's Theorie als eine vollständige anzusehen; hinzuzufügen bliebe nur noch, dass die Integralfunction identisch ist mit der Bessel'schen Function 1ten Ranges, deren Eigenschaften für grössere Argumente erst in der Folge erkannt wurden und einige Vereinfachungen in der Airy'schen Beschreibung zu machen erlauben.

Fast um dieselbe Zeit wurde diese Aufgabe unabhängig von Schwerd in seinem berühmten Werke: «Die Beugungserscheinungen, Mannheim 1835» behandelt. Gleich wie die Zahl π aus einem dem Kreise eingeschriebenen Vieleck abgeleitet werden kann, so lässt sich auch die Beugung an einer kreisförmigen Oeffnung auf diejenige an dreieckigen Oeffnungen zurückführen, und Schwerd befolgt diesen Gedankengang, indem er den Kreis als regelmässiges Polygon von sehr vielen Seiten auffasst, dieses Polygon in Zonen (Dreiecke) zerlegt, die Wirkungen der einzelnen Zonen bestimmt und schliesslich zu einer Resultante vereinigt. Auf diesem Wege berechnete er eine Intensitätstabelle, deren

Genauigkeit nichts zu wünschen übrig lässt, bestimmte die Lage der Intensitäts-Maxima und Minima in aller Strenge bis zu den Ringen 6[ter] Ordnung und zeigte, dass eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der Theorie und den früher von Fraunhofer an künstlichen Lichtpunkten ausgeführten Messungen besteht. — Endlich wäre hier noch der Arbeit von Knochenhauer: «Undulationstheorie des Lichts, Berlin 1839» zu erwähnen, in welcher die Theorie von Schwerd vereinfacht und auf die natürliche, von Airy bereits gegebene Form gebracht wurde.

Die Verallgemeinerung der Theorie auf Lichtscheiben scheint von Airy nicht versucht worden zu sein. Schwerd hat einige Capitel seines Werkes auch diesem Gegenstande gewidmet und das Princip angegeben, nach welchem man von den Diffractionserscheinungen für Lichtpunkte auf diejenigen für Lichtlinien und Lichtscheiben übergehen kann. Dieses Princip ist an sich ein sehr einfaches und beruht auf dem Erfahrungssatz, dass verschiedene Lichtpunkte einer ausgebreiteten Lichtquelle zu keiner sichtbaren Interferenz Anlass geben, und dass demzufolge die Wirkung aller Lichtpunkte einfach zu summiren ist, wenn man die Quantität des von einer Lichtscheibe nach einem Punkte der Focalebene hin gebeugten Lichts bestimmen will. Daraus lässt sich weiter folgern, dass die Aufgabe bei kreisförmigen Objectivöffnungen auf die Volumbestimmung oder allgemeiner auf die Massenbestimmung eines Umdrehungskörpers hinausläuft.

Näher ist Schwerd auf diese Untersuchung nicht eingegangen und hat sich damit begnügt im Anhange einige Zahlen mitzutheilen, welche die Intensitäten in verschiedenen Entfernungen vom geometrischen Rande sowohl einer geradlinig begrenzten Scheibe, wie auch für eine Kreisscheibe von sehr kleinem Radius darstellen sollen. Da aber über die Art der Berechnung dieser Zahlen keine Angaben vorliegen, ist deren Genauigkeit von vornherein in Frage gestellt. Den Schwerd'schen Entwickelungen für Lichtpunkte zufolge, kann aber auch gar kein Zweifel darüber obwalten, dass diese Zahlen nicht durch eine strenge Analyse sondern nur durch genäherte mechanische Cubatur erhalten worden sind. Man vergegenwärtige sich nur, dass die Theorie für Lichtpunkte von Schwerd in einer äusserst umständlichen Form gegeben war, welche die wahre Natur der Intensitätsfunction gänzlich verbarg, und dass ausserdem die hier in Betracht kommenden analytischen Entwicklungen einige Eigenschaften der Bessel'schen Function voraussetzen, die damals noch nicht bekannt waren und keineswegs unmittelbar auf der Hand lagen.

Seitdem ist in dieser Richtung, meines Wissens, kein nennenswerther Fortschritt zu verzeichnen. Allerdings hat in neuester Zeit Herr André die Aufgabe von neuem behandelt, den Intensitätstafeln eine grössere Ausdehnung gegeben und eine scheinbar grössere Genauigkeit angestrebt, indem er die Stellenzahl, die bei Schwerd auf drei Decimalen beschränkt ist, auf vier erweitert hat. Es schwebt aber auch über diesen Zahlen ein geheimnissvolles Dunkel und gewisse Eigenthümlichkeiten der Tafeln flössen von vornherein Misstrauen gegen dieselben ein, bei deren genaueren Prüfung man schliesslich zu dem Resultat gelangt, dass sie gegenüber den Schwerd'schen Tabellen eher als ein Rückschritt, denn als ein Fort-

schritt zu bezeichnen sind. Auf eine gründlichere Besprechung der André'schen Arbeiten[1]) will ich hier nicht eingehen, sondern die Bedenken, die ich gegen dieselben zu äussern habe, an den betreffenden Stellen näher erörtern; charakteristisch für dieselben ist schon der Umstand, dass sie in mathematischer Beziehung noch vollkommen denselben Standpunkt festhalten, den Airy und Schwerd vor 48 Jahren einnahmen, wo die Theorie der Bessel'schen Functionen weder die Verbreitung noch die Ausbildung erlangt hatte, welche sie heut zu Tage besitzt. In experimenteller Beziehung haben die Arbeiten von Herrn André unzweifelhaft eine höhere Bedeutung und haben viel dazu beigetragen, den Einfluss der Diffraction an Fernröhren in's rechte Licht zu stellen.

Einer weiteren Motivirung wird die vorliegende Arbeit wohl kaum bedürfen. Ich habe nur noch ein paar Worte über die Anlage derselben und über die Gesichtspunkte, die ich eingehalten, zu sagen. Wollte man die Theorie nur soweit durchführen, wie sie etwa ein praktisches Interesse für den Astronomen besitzt, um den Einfluss der Beugung an Fernröhren auf Lichtscheiben zu beurtheilen, so würde man sich in den meisten Fällen mit ersten Annäherungen begnügen können. Namentlich gilt dies, wenn man sich darauf beschränkt, eine genäherte Vorstellung über die Lichtverhältnisse in der Focalebene zu gewinnen und den Einfluss der Beugung nur auf solche Punkte zu untersuchen, welche nicht in unmittelbarer Nähe des geometrischen Randes der Lichtscheibe liegen. Mir schien es jedoch auch von theoretischem Interesse zu sein, die Aufgabe in möglichster Vollständigkeit zu behandeln und zu zeigen, dass wenigstens in einigen einfacheren Fällen, wie z. B. für eine Scheibe von unendlich grossem Radius — als welche man die Sonnenscheibe ansehen kann — die Lichtvertheilung in der Focalebene sich ebenso vollständig in analytischer Form darstellen lässt, wie diejenige für Lichtpunkte, und dass auch das Maass der Genauigkeit, mit der die Intensitäten noch bequem numerisch berechnet werden können, in beiden Fällen nahezu die gleiche ist. In derselben Weise aber, wie für Lichtpunkte die Darstellung der Intensitäten durch die convergente Reihenentwicklung der Bessel'schen Function unter Umständen so gut wie ganz unbrauchbar wird, und erst die Anwendung der semiconvergenten Reihe zum Ziele führt und den wahren Charakter der Lichtvertheilung in grösseren Entfernungen vom Rande nicht nur aus berechneten Tabellen, sondern unmittelbar aus den Formeln erkennen lässt — ebenso scheint mir die Anwendung dieser Reihen auch bei der Untersuchung der Lichtvertheilung an Scheiben unerlässlich, und ich glaube nicht, dass man, gegenwärtig wenigstens, diese Aufgabe in anderer Weise ebenso bequem und gleich vollständig zu lösen im Stande wäre.

Den Kernpunkt der folgenden Darstellung bildet die Bestimmung der Intensität einer Scheibe von unendlicher Ausdehnung nach allen Richtungen hin, oder, was dasselbe ist, der Intensität, welche ein in unendlicher Entfernung vom Rande innerhalb der Lichtscheibe lie-

1) André. Étude de la Diffraction dans les instruments d'optique. Annales de l'École Normale 1876. André. Origine du ligament noir dans les passages de Vénus et de Mercure. Annales de l'École Normale 1881.

gender Punkt besitzt, wenn letztere nach einer Seite hin begrenzt ist. Geometrisch gedeutet kommt diese Aufgabe darauf hinaus, das Gesammtvolumen eines sich in's Unendliche erstreckenden Umdrehungskörpers zu bestimmen, und kann, wie wir sehen werden, in aller Strenge und sehr einfach gelöst werden. Daraus lassen sich dann weiter die Intensitäten sowohl in grösserer Entfernung, wie in der Nähe des Randes einer geradlinig begrenzten Scheibe ableiten.

Im 4. Capitel verallgemeinere ich die Untersuchung auf beliebige kreisförmige Scheiben. Sobald dieselben entweder einen sehr kleinen oder einen sehr grossen Radius besitzen, kann die Aufgabe ähnlich wie für Lichtpunkte oder wie für geradlinig begrenzte Scheiben gelöst werden. Am schwierigsten wird die Untersuchung, wenn die Grösse $\frac{2\pi}{\lambda} R \sin \varrho$ (R Oeffnungsradius, ϱ Winkelwerth des Radius der Lichtscheibe und λ Wellenlänge des Lichts) gewisse Mittelwerthe erlangt, und ich muss gestehen, dass in diesem Falle die von mir gegebene theoretische Darstellung mich noch nicht ganz befriedigt und möglicherweise erheblich vereinfacht werden kann.

Im 5. Capitel habe ich die bisherigen Versuche besprochen, den Einfluss der Diffraction an Planetenscheiben und an künstlichen Lichtscheiben aus Beobachtungen nachzuweisen und daran im 6. Capitel die Theorie der Tropfenbildung, sowie eine Beschreibung der experimentellen Versuche über diese merkwürdige Erscheinung angeschlossen. Indem das Tropfenphänomen im Hinblick auf den bevorstehenden Venusdurchgang ein allgemeineres Interesse in Anspruch nehmen dürfte, bin ich in diesem Theile ausführlicher gewesen, als es sonst mit Rücksicht auf die Arbeiten von Bakhuyzen und André nöthig gewesen wäre. Im 7. Capitel folgt eine Untersuchung über die Lichtvertheilung an einer geraden Lichtlinie, und schliesslich gebe ich im 8. Capitel einige Bruchstücke einer Theorie für durchschnittene Objective oder Heliometer.

Capitel I.

Untersuchung für Lichtpunkte.

Die Gesetze der Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen, bei denen der leuchtende und der beleuchtete Punkt in unendlicher Entfernung von der beugenden Oeffnung gedacht werden können, lassen sich insgesammt aus dem für die Intensität des beleuchteten Punkts geltenden Ausdruck:

$$J = K \cdot (C^2 + S^2)$$

$$C = \iint \cos \frac{2\pi}{\lambda} \Big((\alpha_1 - \alpha)\, x + (\beta_1 - \beta)\, y \Big)\, dxdy$$

$$S = \iint \sin \frac{2\pi}{\lambda} \Big((\alpha_1 - \alpha)\, x + (\beta_1 - \beta)\, y \Big)\, dxdy$$

herleiten, dessen Begründung hier als bekannt vorausgesetzt werden soll und der sich unmittelbar aus der bekannten Intensitätsformel für Fresnel'sche Beugungserscheinungen, von welchen die Fraunhofer'schen als Grenzfall anzusehen sind, ergiebt.

Darin bedeuten x y die Coordinaten eines Elements $dxdy$ der als eben gedachten beugenden Oeffnung, bezogen auf ein in der Ebene der Oeffnung befindliches rechtwinkliges Axenkreuz; K eine von der specifischen Intensität des Lichtpunkts abhängige Constante; α_1 β_1 resp. α β die Richtungscosinus der einfallenden resp. der zum betreffenden Punkt hin gebeugten Strahlen. Der Einfachheit halber ist vorausgesetzt, dass die Lichtstrahlen nahezu senkrecht zur Ebene der Oeffnung einfallen; alsdann sind α_1 β_1 und mithin auch α β als kleine Grössen zu betrachten.

Die Integration ist über alle Flächenelemente der beugenden Oeffnung auszudehnen. Wie man sieht, lässt sich eine der Integrationen in beiden Doppelintegralen unmittelbar ausführen, ohne das Einführen neuer Functionen zu erfordern, wodurch die Intensität als die Summe der Quadrate von zwei einfachen Integralen dargestellt werden kann. Bei den Fresnel'schen Doppelintegralen ist dies im Allgemeinen nicht mehr der Fall, und in dieser Beziehung er-

scheint die Theorie der Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen der mathemathischen Behandlung viel zugänglicher als die allgemeinere Theorie der Fresnel'schen Beugungsphänomene. Eine andere Vereinfachung tritt hier in dem Fall ein, wenn die beugende Oeffnung einen Mittelpunkt besitzt, d. h. jedem Punkt der Oeffnung $x\ y$ ein anderer zugeordnet werden kann, dessen Coordinaten dieselbe Grösse, aber das entgegengesetzte Vorzeichen besitzen. Bezieht man nämlich alsdann die Coordinaten auf den Mittelpunkt, so wird $S = 0$ und demnach die Intensität allein durch das Quadrat von C bestimmt.

Um den Bedingungen zu entsprechen, die für das Zustandekommen der Fraunhofer-schen Beugungserscheinungen nothwendig sind, nämlich erstens, dass die Strahlen unter einander parallel auf die beugende Oeffnung auffallen und dass zweitens hinter der Oeffnung wiederum parallele Strahlen zur Interferenz gelangen, befestigt man die beugende Oeffnung vor dem Objective eines Fernrohrs, für gewöhnlich senkrecht zur optischen Axe, und lässt von einem sehr entfernten Lichtpunkte (der auch virtuell sein kann) nahezu parallele Strahlen durch die Oeffnung hindurchtreten. Das Objectiv des Fernrohrs vereinigt dann die einer bestimmten Richtung parallel gebeugten Strahlen zu einem Bildpunkte in der Focalebene, ohne die Phasendifferenz der interferirenden Lichtstrahlen zu ändern, und die Intensitätsvertheilung in der Focalebene muss daher — abgesehen von den Störungen, die durch die Unvollkommenheit des Objectivs bedingt sind — die nämliche sein, wie in der unendlich fernen Ebene, d. h. ebenfalls durch den obigen Ausdruck bestimmt sein. Um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, wollen wir im Folgenden stets annehmen, dass die Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen auf diesem Wege erhalten worden sind.

Nehmen wir die Richtung der optischen Axe des Fernrohres zur Z-Axe, den Anfangspunkt der Coordinaten im optischen Centrum, und bezeichnen mit f die Brennweite des Objectivs, so sind die Coordinaten desjenigen Punkts der Focalebene, welcher der Richtung $\alpha\,\beta$ entspricht, durch: $\xi = f \cdot \alpha \;\; \eta = f \cdot \beta$ und insbesondere der Ort des geometrischen Bildes des Lichtpunkts durch $\xi_1 = f \cdot \alpha_1 \;\; \eta_1 = f \cdot \beta_1$ gegeben.

Dies vorausgeschickt, wollen wir den Fall einer kreisförmigen Oeffnung etwas näher in's Auge fassen. Der Oeffnungsradius sei R. Es ist klar, dass alsdann die Intensitätsvertheilung in der Focalebene nahezu symmetrisch sein wird um den geometrischen Ort des Lichtpunkts. In aller Strenge würde dies der Fall sein, wenn die Lichtstrahlen senkrecht zur Ojectivöffnung, d. h. in der Richtung der optischen Axe einfielen. Ferner ist $S = o$, wenn wir den Mittelpunkt der Oeffnung zum Anfangspunkt wählen, und demnach:

$$J = K \cdot C^2$$

$$C = \iint \cos \frac{2\pi}{\lambda} \Big((\alpha_1 - \alpha)\, x + (\beta_1 - \beta)\, y \Big)\, dx dy$$

Die sofortige Ausführung der ersten Integration ist hier nicht zweckmässig, weil alsdann die zweite sich um so weniger übersichtlich gestaltet; vielmehr ist es angezeigt, in

diesem Fall zuerst Polarcoordinaten zu substituiren, durch welche C unmittelbar auf eine bekannte Function zurückgeführt werden kann. Setzt man nämlich zunächst:

$$x = r\cos w \qquad y = r\sin w$$

und entsprechend:

$$\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha_1-\alpha) = r_1 \cos w_1 \qquad \frac{2\pi}{\lambda}(\beta_1-\beta) = r_1 \sin w_1$$

woraus umgekehrt: $r_1 = \frac{2\pi}{\lambda}\sqrt{(\alpha_1-\alpha)^2+(\beta_1-\beta)^2}$ $\operatorname{tng} w_1 = \frac{\beta_1-\beta}{\alpha_1-\alpha}$ folgt, so erhält man:

$$C = \int_0^R \int_{w_1}^{w_1+2\pi} \cos\left(rr_1 \cos(w-w_1)\right) r\,dr\,dw$$

oder einfacher, indem man w an die Stelle von $w-w_1$ und r an die Stelle von rr_1 substituirt:

$$C = \frac{1}{r_1^2}\int_0^{r_1 R}\int_0^{2\pi} \cos(r\cos w)\, r\,dr\,dw.$$

Nun ist bekanntlich, wenn die Bessel'sche Function n^{ten} Ranges von z durch $J_n(z)$ bezeichnet wird:

$$J_0(r) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \cos(r\cos w)\,dw$$

$$r\,.\,J_1(r) = \int_0^r J_0(r)\,.\,r\,dr.$$

In Folge dessen:

$$C = 2\pi R \cdot \frac{J_1(r_1 R)}{r_1}$$

oder, $r_1 R = z$ gesetzt:

$$C = 2\pi R^2 \cdot \frac{J_1(z)}{z}$$

und somit:

$$J = 4\pi^2 K \cdot R^4 \cdot \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 \text{ wo } z = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \sqrt{(\alpha_1-\alpha)^2+(\beta_1-\beta)^2}.$$

Beziehen wir endlich die Intensität auf diejenige des geometrischen Bildpunktes, $\alpha = \alpha_1$ $\beta = \beta_1$ als Einheit, und berücksichtigen, dass für $z = 0$ $\frac{J_1(z)}{z} = \frac{1}{2}$ ist, so wird $J = 4\left(\frac{J_1 z}{z}\right)^2$.

Unter der von uns gemachten Voraussetzung, dass die Richtung der einfallenden Strahlen ($\alpha_1\ \beta_1\ \gamma_1$) und die Richtung der gebeugten Strahlen ($\alpha\ \beta\ \gamma$) kleine Winkel mit der optischen Axe des Fernrohres einschliessen, ist der Wurzelausdruck in z sehr nahe gleich dem Winkel ζ, den diese Richtungen unter einander bilden. Beachtet man nämlich, dass:

$$4\sin^2\frac{\zeta}{2} = (\alpha_1 - \alpha)^2 + (\beta_1 - \beta)^2 + (\gamma_1 - \gamma)^2$$

und daher:

$$\frac{2\pi}{\lambda} R \sqrt{(\alpha_1 - \alpha)^2 + (\beta_1 - \beta)^2} = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot 2 \sin\frac{\zeta}{2} \sqrt{1 - \frac{(\gamma_1 - \gamma)^2}{4\sin^2\frac{\zeta}{2}}}$$

und betrachtet die Producte der Grössen $\alpha_1\ \beta_1\ \zeta$ in $\frac{2\pi}{\lambda}$ als Grössen 0ter Ordnung, so ist $\frac{2\pi}{\lambda} R(\gamma_1 - \gamma)$ eine kleine Grösse 1ter Ordnung und demnach bis auf kleine Grössen 2ter Ordnung genau:

$$z = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \zeta$$

Der Fehler, den man hierbei in der Bestimmung der Intensität begeht, ergiebt sich aus:

$$\frac{d\left(\frac{J_1 z}{z}\right)^2}{dz} = -\frac{2\, J_1(z) . J_2(z)}{z^2}$$

und ist demnach von derselben Ordnung wie dz oder $\frac{2\pi}{\lambda}\alpha_1^3\ \frac{2\pi}{\lambda}\beta_1^3$, d. h. sehr klein, so lange $\alpha_1\ \beta_1$ und ζ kleine Werthe besitzen. Damit sind wir zunächst zu folgendem Resultat gelangt:

«Die Intensitätsvertheilung in der Focalebene ist durch den Ausdruck $J = 4\left(\frac{J_1 z}{z}\right)^2$ wo $z = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \zeta$, bestimmt, die Intensität im geometrischen Bilde des Lichtpunkts als Einheit angenommen. Die Curven gleicher Intensität sind demnach concentrische Kreise um den geometrischen Ort $\zeta = 0$. Begrenzen wir das Gesichtsfeld des Fernrohrs auf einige Minuten, so können wir diese Darstellung als vollkommen exact ansehen.»

Unsere Aufgabe, die Intensität in irgend einem Punkte der Focalebene zu bestimmen, können wir hiernach als gelöst ansehen, weil sie auf die Berechnung der Bessel'schen Function 1ten Ranges zurückgeführt ist, für welche Tafeln existiren und deren Eigenschaften genau bekannt sind. Es dürfte jedoch nicht überflüssig sein hier an einige Grundsätze dieser merkwürdigen Functionen zu erinnern, da wir uns im Folgenden noch öfters auf dieselben berufen werden:

1) Die ursprüngliche von Bessel[1]) eingeführte Definition ist:

---

1) Bessel's Abhandlungen, Bd. I, p. 84 (Untersuchung des Theils der planetarischen Störungen, welcher aus der Bewegung der Sonne entsteht. Berlin, 1824).

$$J_n(z) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \cos(nw - z\sin w)\, dw$$

wo der Index n eine ganze Zahl oder 0 bedeutet. Ausserdem hat Bessel noch die andere Integraldarstellung gefunden:

$$J_n(z) = \frac{z^n}{1.3.5\ldots(2n-1)} \cdot \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \cos(z\sin w)\cos^{2n} w\, dw$$

welche später von Lommel[1]) zum Ausgangspunkt für die Erweiterung der Bessel'schen Function auf gebrochene Indices genommen wurde.

2) Aus vorstehender Definition lässt sich die stets convergente Reihenentwickelung:

$$J_n(z) = \frac{z^n}{2^n.n!}\cdot\left(1 - \frac{z^2}{2.(2n+2)} + \frac{z^4}{2.4.(2n+2)(2n+4)} - \ldots\ldots\right)$$

herleiten, deren Bildungsgesetz leicht zu übersehen ist. Für $z = 0$ folgt daraus $\frac{J_n(z)}{z^n} = \frac{1}{2^n.n!}$, welcher Werth das absolute Maximum der Function $\frac{J_n(z)}{z^n}$ bezeichnet, und insbesondere $J_0(0) = 1$ $\left(\frac{J_1 z}{z}\right)_{z=0} = \frac{1}{2}$ etc. $J_0(0) = 1$ ist ferner der grösste Werth, den die Bessel-schen Functionen überhaupt erreichen.

3) Die obige Reihe eignet sich vorzüglich zur numerischen Berechnung von $J_n(z)$, wenn z klein ist; für grössere Argumente wird sie aber beschwerlich und fast unbrauchbar, weil die Convergenz nicht gleich bei dem ersten Gliede, sondern um so später eintritt, je grösser z ist. Für diesen Fall hat jedoch bereits Poisson[2]), und später in etwas allgemeinerer Form Hansen[3]), eine semiconvergente Reihenentwicklung kennen gelehrt, welche den wahren Charakter der Bessel'schen Functionen für grosse Argumente offenbart und sich zur numerischen Berechnung derselben ausserordentlich brauchbar erweist:

$$(-1)^{\frac{n.(n-1)}{2}} \cdot J_n(z) =$$

$$\sqrt{\frac{2}{\pi z}}\cdot\sin\left(z + (-1)^n\cdot\frac{\pi}{4}\right)\cdot\left\{1 - \frac{(1^2-4n^2)(3^2-4n^2)}{2!(8z)^2} + \frac{(1^2-4n^2)(3^2-4n^2)(5^2-4n^2)(7^2-4n^2)}{4!(8z)^4} - \ldots\right\}$$

$$-\sqrt{\frac{2}{\pi z}}\cdot\cos\left(z + (-1)^n\frac{\pi}{4}\right)\cdot\left\{\frac{1^2-4n^2}{8z} - \frac{(1^2-4n^2)(3^2-4n^2)(5^2-4n^2)}{3!(8z)^3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\right\}$$

Diese Reihe hat die Eigenschaft, durch jedes neue Glied das numerische Maximum des Un-

1) Lommel, Studien über die Bessel'schen Functionen 1868. (Nebst Tafeln für $J_0(z)$ und $J_1(z)$).

2) Poisson, Journ. de l'Éc. Polyt. Cah. 19, pg. 349.

3) Hansen, Schriften der Sternwarte Seeberg. Gotha 1843, nebst Tafeln; Lipschitz, Crelle's Journal, Band 56, p. 196.

terschiedes zwischen dem Werthe der Function und der Summe der angewandten Glieder zu bezeichnen. Speciell für die Function 1[ten] Ranges folgt hieraus die Darstellung:

$$J_1(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi z}} \cdot \sin\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\left\{1 + \frac{3.5.1}{2!(8z)^2} - \frac{3.5.7.9.1.3.5}{4!(8z)^4} + \ldots\ldots\right\}$$

$$+ \sqrt{\frac{2}{\pi z}} \cdot \cos\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\left\{\frac{3}{8z} - \frac{3.5.7.1.3}{3!(8z)^3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\right\}$$

welche wir im Folgenden öfters anzuwenden haben werden. Mit wachsendem z nähert sich somit die Transcendente $J_1(z)$ immer mehr der Function $\sqrt{\frac{2}{\pi z}} \sin\left(z - \frac{\pi}{4}\right)$ und die Wurzeln derselben liegen um so näher den Werthen $m\pi + \frac{\pi}{4}$, je grösser die ganze Zahl m ist. Für $z = \infty$ wird ferner $J_n(z) = 0$.

4) Mit den trigonometrischen Functionen haben die Bessel'schen die Eigenschaft gemein, zweimal zu verschwinden, wenn ihr Argument um 2π wächst, und dabei jedesmal ihr Vorzeichen zu wechseln. Sie besitzen demnach, wie die trigonometrischen, unendlich viele reelle, aber keine imaginären Wurzeln.

5) Je drei aufeinanderfolgende Bessel'sche Functionen sind durch die Relation:

$$\frac{2n}{z} J_n(z) = J_{n-1}(z) + J_{n+1}(z)$$

mit einander verbunden; vermöge derselben lassen sich die Functionen höheren durch solche niederen Ranges darstellen und somit alle Transcendenten auf $J_0(z)$ und $J_1(z)$ zurückführen. Für die letzteren wurden schon von Bessel Tafeln berechnet, welche später von Hansen erweitert wurden.

6) Die Derivirte einer Bessel'schen Function ist gleich der halben Differenz der Function nächst niederen und nächst höheren Ranges, oder es ist:

$$2 \cdot \frac{d\,J_n(z)}{dz} = J_{n-1}(z) - J_{n+1}(z)$$

7) Aus 5) und 6) ergeben sich unmittelbar die Relationen:

$$\frac{d\,(z^n \,.\, J_n(z))}{dz} = z^n \cdot J_{n-1}(z)$$

$$\frac{d\,(z^{-n} \,.\, J_n(z))}{dz} = -\,z^{-n} \cdot J_{n+1}(z)$$

aus denen wiederum durch Umkehrung die beiden Integraleigenschaften:

$$\int_0^z z^n\, J_{n-1}(z)\, dz = z^n \cdot J_n(z)$$

$$\int_0^z z^{-n} J_{n+1}(z)\, dz = \frac{1}{2^n . n!} - z^{-n} \cdot J_n(z)$$

resultiren; von der ersteren haben wir bereits im Vorhergehenden Gebrauch gemacht, die zweite werden wir im nächsten Capitel anzuwenden haben.

Kehren wir hiernach zu dem Intensitätsausdruck $J = 4\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ zurück, so sehen wir, dass die Intensität unendlich viele absolute Minima aufweist, deren Lage durch die Wurzelwerthe der Gleichung $J_1(z) = 0$ (ausgenommen $z = 0$) und somit genähert durch $z_m = m\pi + \frac{\pi}{4}$ bestimmt ist; genauer findet man aus den Tafeln:

für das 1. Minimum	$z =$ 3,832	$= 1,220 . \pi$	
» » 2. »	$=$ 7,015	$= 2,233 . \pi$	
» » 3. »	$=$ 10,174	$= 3,238 . \pi$	
» » 4. »	$=$ 13,324	$= 4,241 . \pi$	u. s. f.

Die Lage der Intensitätsmaxima ergiebt sich ferner aus der Bedingungsgleichung:

$$\frac{d\left(\frac{J_1 z}{z}\right)}{dz} = -\frac{J_2 z}{z} = 0 \text{ oder } J_2(z) = 0$$

deren erste Wurzel $z = 0$ ist und deren folgende, mit Rücksicht auf die semiconvergente Reihe, genähert durch $\operatorname{ctg}\left(z - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{15}{8z} \cdot \left(1 + \frac{105}{128} \cdot \frac{1}{z^2}\right)$ bestimmt sind. Für $J_2(z) = 0$ wird noch (nach 5) $\frac{2J_1(z)}{z} = J_0(z)$ und daher für die Maxima $J = (J_0 z)^2$. Aus den Tafeln findet man:

für das 1. Maximum	$z =$ 5,134	$J = 0,0177$	
» » 2. »	$=$ 8,421	$= 0,0041$	
» » 3. »	$=$ 11,620	$= 0,0016$	u. s. f.

Der Radius des einem bestimmten z entsprechenden Kreises um den geometrischen Bildpunkt in der Focalebene findet sich aus der Beziehung $z = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \zeta$ und ist daher in Secunden ausgedrückt: $\zeta'' = \frac{\lambda}{2\pi R} \cdot \frac{z}{\sin 1''}$, folglich proportional der Wellenlänge und umgekehrt proportional dem Oeffnungsradius des Objectivs.

Aus diesen Bemerkungen lassen sich alle Diffractionserscheinungen erklären, welche sich bei der Betrachtung eines Fixsterns durch ein Fernrohr darbieten und die sich dahin resumiren lassen, dass der Fixstern, in Folge der Beugung, nicht als Punkt, sondern als kleines Scheibchen erscheint, dessen Helligkeit nach dem Rande hin abnimmt, umgeben von hellen Ringen, die in nahezu gleichen Intervallen mit rasch abnehmender Intensität einander folgen. Bei weissem Lichte zeigen sich die hellen Ringe und der Saum des Scheibchens gefärbt, während der centrale Theil des Scheibchens weiss bleibt.

Die Zahl der sichtbaren Ringe ist für Sterne eine sehr beschränkte. Unter günstigen Bedingungen können 2, selten 3 helle Ringe deutlich wahrgenommen werden, und dies erklärt sich einestheils aus der Lichtschwäche der Ringe höherer Ordnung, aus dem Umstande, dass zur Trennung derselben kleine Objectivöffnungen und starke Vergrösserungen erforderlich sind, theils auch durch die Helligkeit des diffusen Himmelslichts. Eine erheblich grössere Anzahl Ringe kann an künstlichen Lichtpunkten auf dunkelm Gesichtsfelde sichtbar gemacht werden und mannigfache Versuche und Messungen von Fraunhofer, Schwerd u. A. haben die Lage derselben in vollständiger Uebereinstimmung mit der Theorie ergeben.

Es hat sich ferner gezeigt, dass auch die scheinbaren Dimensionen des centralen Scheibchens durch eine Verringerung der Objectivöffnung zunehmen und zwar genähert dem Radius der Oeffnung umgekehrt proportional sind. Nun bestimmt sich der Winkelwerth des Scheibchen-Durchmessers theoretisch nach der Formel $\zeta'' = \frac{\lambda}{\pi R} \cdot \frac{z}{\sin 1''}$, wo $z = 1{,}220 \,.\, \pi$ die zweite Wurzel der Gleichung $J_1(z) = 0$ bedeutet, und ist daher genähert für Licht mittlerer Wellenlänge gleich $\frac{290''}{2R^{mm}}$, welchen Werth man bisweilen die trennende Kraft des Fernrohrs (pouvoir séparateur) oder die Constante der Diffraction an Fernröhren zu nennen pflegt. Es ist jedoch wohl zu beachten, dass diese Grösse für ein gegebenes Fernrohr nur eine theoretische Constante ist und dass die scheinbare Begrenzung des Scheibchens, wenn man von den optischen Fehlern des Instruments absieht, stets einem kleineren Werthe von z entsprechen muss, der in sehr erheblichem Maasse sowohl von der Helligkeit des Sterns, als auch der Empfindlichkeit des Auges, dem Zustande der Luft u. s. w. abhängen wird. Den Untersuchungen von Dawes[1]) zufolge lassen sich zwei Sterne 6. Grösse noch eben vollständig trennen, wenn der Abstand ihrer Centren $\frac{116''}{2R^{mm}}$ ist, — demnach würde der scheinbare Radius des Scheibchens für Sterne 6. Grösse gleich $\frac{58''}{2R^{mm}}$ anzunehmen sein — und dieses Resultat stimmt auch ungefähr mit den Erfahrungen[2]) überein, welche man anderweitig an Fernröhren guter Qualität gemacht hat, und dürfte wohl nahezu die Grenze der Leistungsfähigkeit guter Fernröhre bezeichnen. Für hellere Sterne nehmen die Dimensionen des Scheibchens nicht unbeträchtlich zu, und an sehr hellen Lichtpunkten auf dunkelm Grunde hat man die Grenzen desselben sogar bis in die Nähe des Minimums verfolgen können[3]).

In dem Umstande, dass die scheinbaren Durchmesser der Sterne im umgekehrten Verhältniss der Oeffnungsradien stehen, könnte man geneigt sein, eine neue Stütze der Theorie zu erblicken, und in der That findet sich diese Behauptung sehr häufig ausgesprochen. Indess scheint mir eine solche Schlussfolgerung doch nicht ganz richtig zu sein. Es würde ein solches Verhalten nur dann als ein weiterer Beleg dienen können, wenn man entweder

---

1) Dawes, Mem. of the Royal Astron. Society, Vol. XXXV p. 158.

2) Nach den Beobachtungen von O. Struve lassen sich am Pulkowaer Refractor, von 15 E. Zoll $= 380^{mm}$, Doppelsterne 5. bis 6. Grösse noch eben vollständig trennen, wenn ihre Distanz 0,″25 bis 0,″30 (bei günstigem Zustande der Luft) beträgt. Aus der empirischen Formel von Dawes würde sich für diese Oeffnung die trennende Kraft zu 0,″30 ergeben.

3) André, Ann. de l'École Norm., 1876, p. 287.

das Licht des Scheibchens wirklich bis zum Minimum verfolgen könnte oder wenn wenigstens die specifische Helligkeit des Focalbildes auch bei Verringerung der Oeffnung dieselbe bliebe. Die specifische Helligkeit ist aber der 4. Potenz des Oeffnungsradius proportional und verringert sich demgemäss sehr beträchtlich mit einer Verringerung der Oeffnung. In Folge dessen müsste auch die Grenze der Sichtbarkeit abnehmen. Wenn wir nichtsdestoweniger keine Verkleinerung, sondern eine Vergrösserung der Scheibe wahrnehmen, so liegt das nicht nur an der Diffraction, sondern auch an subjectiven Ursachen, welche mit der Diffractionstheorie weiter nichts zu thun haben; erklären können wir uns allenfalls ein solches Verhalten, keinenfalls aber dasselbe als einen neuen Beweis für die Richtigkeit der Theorie ansehen.

In der Eingangs citirten Abhandlung hat Airy noch die Wirkung einer ringförmigen Objectivöffnung untersucht und dabei gefunden, dass der Durchmesser des centralen Scheibchens kleiner ausfällt, wenn man den mittleren Theil des Objectivs verdeckt, dass aber die Helligkeit des ersten Ringes relativ grösser ist, als bei voller Objectivöffnung. Da dieser Fall bei den Spiegelteleskopen stattfindet und auch sonst von praktischer Bedeutung zu sein scheint, so mag er hier noch kurz behandelt werden. Bezeichnet R wieder den Radius der äusseren, $p.\,R$ den Radius der inneren Begrenzung der ringförmigen Oeffnung, wo also p einen positiven echten Bruch darstellt, so ist dem Früheren zufolge:

$$J = K \cdot C^2 \qquad C = 2\pi\, R^2 \left(\frac{J_1(z)}{z} - p \cdot \frac{J_1(pz)}{z}\right)$$

oder wenn die Intensität des geometrischen Orts wiederum als Einheit angenommen wird:

$$J = C^2 \qquad C = \frac{2}{(1-p^2)} \cdot \left\{\frac{J_1(z)}{z} - p \cdot \frac{J_1(pz)}{z}\right\}.$$

Demnach ist $J = 0$, wenn $J_1(z) = p \cdot J_1(pz)$ und $z > 0$ und die Maxima treten ein für $\frac{dC}{dz} = 0$ oder $J_2(z) = p^2 \cdot J_2(pz)$ und zwar ist für dieselben $C = \frac{J_0(z) - p^2 . J_0(pz)}{1 - p^2}$.

Die zweiten Wurzeln der Gleichung $J_1(z) = p . J_1(pz)$, für verschiedene p, liegen nun, wie man leicht sieht, zwischen der ersten Wurzel der Gleichung $J_0(z) = 0$ und der zweiten Wurzel der Gleichung $J_1(z) = 0$, d. h. zwischen den Werthen $z = 2{,}40$ und $z = 3{,}83$, welche die Lage des ersten Minimums für die beiden Grenzfälle $p = 1$ und $p = 0$ liefern. Damit ist der erste Theil der Airy'schen Behauptung, dass der Durchmesser des Scheibchens für $p > 0$, d. h. für eine ringförmige Oeffnung, kleiner ausfällt, als für $p = 0$, d. h. als für eine volle Oeffnung, erwiesen. Der zweite Theil ergiebt sich in ähnlicher Weise, wenn man beachtet, dass die zweiten Wurzeln der Gleichung $J_2(z) = p^2 J_2(pz)$, für verschiedene p, zwischen den zweiten Wurzeln der Gleichungen $J_1(z) = 0$ und $J_2(z) = 0$, d. h. zwischen den Grenz-

werthen $z = 3{,}83$ und $z = 5{,}24$ liegen. Innerhalb dieser Grenzen ist aber die Function $J_0(z)$ negativ und wächst stetig von $z = 3{,}83$, wo sie den grössten negativen Werth besitzt — indem die Maxima von $J_0(z)$, wegen $\frac{dJ_0(z)}{dz} = - J_1(z)$, mit den Minimis von $J_1(z)$ zusammenfallen — bis zum Werthe $z = 5{,}52$, wo sie zum zweiten Male verschwindet. Lässt man daher p von 0 anfangend wachsen, so nimmt die zweite Wurzel der Gleichung $J_2(z) = p^2 J_2(pz)$ ab, während $J_0(z)$, das sich in der Nähe seines Minimums am raschesten ändert, grössere negative Werthe erlangt. Daraus folgt, dass C und um so mehr die Intensität des ersten hellen Rings rasch wachsen müssen, wenn man den Radius der inneren Begrenzung zunehmen lässt, und dass zugleich der erste Ring, ebenso wie das erste Minimum, dem geometrischen Bildpunkte näher rücken. Auf die Ringe höherer Ordnung ist jedoch diese Schlussfolgerung nicht mehr anwendbar und es kann sehr wohl der Fall eintreten, dass ein solcher Ring bei centraler Verdeckung eine geringere Intensität besitzt, als der entsprechende Ring bei voller Oeffnung. Ebenso kann auch bei centraler Verdeckung ein Ring höherer Ordnung heller sein, als ein Ring niederer Ordnung, was bei voller Oeffnung nicht möglich ist, weil die Maxima von $\frac{J_1 z}{z}$ eine continuirlich abnehmende Reihe bilden.

Um die Lage der Minima näherungsweise anzugeben, namentlich wenn p einen einigermaassen erheblichen Werth besitzt, kann man $J_1(z)$ und $J_1(pz)$ durch das erste Glied der semiconvergenten Reihe ersetzen und gelangt alsdann zu der transcendenten Gleichung:

$$\sin\left(z - \frac{\pi}{4}\right) = \sqrt{p} \, . \, \sin\left(p\, z - \frac{\pi}{4}\right)$$

welche, selbst wenn p einen rationalen Bruch bedeutet, auf die Auflösung einer algebraischen Gleichung sehr hohen Grades hinausläuft. Nur in dem speciellen Falle $p = \frac{1}{2}$, d. h. wenn der Radius der äusseren doppelt so gross ist, als der Radius der inneren Begrenzung, reducirt sich dieselbe auf eine Gleichung vom 4. Grade, deren Wurzeln leicht zu bestimmen sind. Quadrirt man nämlich alsdann die obige Gleichung zweimal, so gelangt man successive zu den folgenden:

$$1 + \sin z - 4 \sin z \cos z = 0$$

$$16 \sin^4 z - 15 \sin^2 z + 2 \sin z + 1 = 0$$

und die letztere Gleichung besitzt für $\sin z$ vier reelle Wurzeln, nämlich:

$$+ 0{,}3677$$
$$+ 0{,}8357$$
$$- 1{,}0000$$
$$- 0{,}2034$$

von denen jede ein Werthsystem liefert, das die Gleichung $\sqrt{2}\cdot\sin\left(z-\frac{\pi}{4}\right)=\sin\left(\frac{z}{2}-\frac{\pi}{4}\right)$ befriedigt. Damit gelangt man zu folgenden vier Werthsystemen:

$$\left.\begin{aligned} z_1 &= (4\,m+1)\,\pi+0{,}2048 \\ z_2 &= (4\,m+2)\,\pi+0{,}9895 \\ z_3 &= (4\,m+3)\,\pi+\frac{\pi}{2} \\ z_4 &= (4\,m+4)\,\pi+0{,}3765 \end{aligned}\right\}\; m=0,\,1,\,2,\,\ldots.$$

welche die Lage sämmtlicher Minima bestimmen und zwar um so genauer, je grösser m ist; doch weichen diese Werthe selbst für $m=0$ nur wenig von der Wahrheit ab und sind für $m=1$ bereits auf drei Decimalen genau. Es folgt hieraus unter anderm, dass die Minima bei einer ringförmigen Oeffnung ($p=\frac{1}{2}$) nicht mehr in nahezu gleichen Abständen einander folgen, wie bei vollem Objective, sondern je vier Minima ein System abschliessen, nach welchem erst dieselben Intervalle wiederkehren.

In analoger Weise liesse sich auch die Lage und Intensität der hellen Ringe ermitteln und es gelten da ähnliche Gesetze.

Für $p=\frac{1}{4}$ und $p=\frac{1}{2}$ habe ich die strenge Rechnung nach den Tafeln durchgeführt und folgende Resultate erhalten:

Lage der Minima:

	für $p=\frac{1}{4}$	für $p=\frac{1}{2}$
1. Minim.	$z=$ 3,590	$z=$ 3,145
2. »	$=$ 7,542	$=$ 7,184
3. »	$=$ 9,644	$=$ 10,970
4. »	$=$ 13,540	$=$ 12,951

Lage und Intensität der Maxima:

	für $p=\frac{1}{4}$		für $p=\frac{1}{2}$	
1. Ring	$z=$ 5,103	$J=$ 0,0380	$z=$ 4,823	$J=$ 0,0962
2. »	$=$ 8,505	$=$ 0,0011	$=$ 8,672	$=$ 0,0125
3. »	$=$ 11,491	$=$ 0,0036	$=$ 11,873	$=$ 0,0004

Die relative Intensität des ersten Ringes ist demnach in beiden Fällen erheblich grösser als bei voller Oeffnung, während die Lage des ersten Minimums sich nur unerheblich geändert hat. Scheinbar wird indess die Verkleinerung des Scheibchens etwas grösser sein, indem durch die Verdeckung des centralen Objectiv-Theils die specifische Intensität des Focalbildes verringert wird. Bei einzelnen sehr engen Doppelsternen, namentlich solchen, bei denen der Hauptstern sehr hell ist, mag daher dieses Verfahren mitunter zur besseren Trennung der Sterne ganz gute Dienste leisten; wenigstens scheint dies aus den Versuchen der beiden Herschel[1]) und Dawes[2]) hervorzugehn. Im Allgemeinen wird jedoch seine Anwendbarkeit schon deshalb beschränkt sein, weil die relative Intensität des ersten Ringes in

so erheblichem Maasse vergrössert wird, ganz abgesehen davon, dass es überhaupt eine missliche Sache ist, den optisch besten Theil des Objectivs unwirksam zu machen, und dass ausserdem die Befestigung der Deckplatte noch andere Diffractionserscheinungen hervorrufen kann.

Von grösserem praktischem Nutzen scheint mir eine gelegentliche Verkleinerung der Oeffnung durch Verdecken der Randtheile des Objectivs zu sein, namentlich bei mächtigeren Fernröhren. Dadurch wird nämlich das flackernde strahlige Nebenlicht, welches hellere Sterne umgiebt und an grösseren Instrumenten sehr störend wirkt, und welches seinen Grund zum Theil in den optischen Unvollkommenheiten der Gläser, zum Theil in der Scintillation und in der Unruhe der Luft hat, bedeutend verringert. Die Sterne erscheinen dann als kleine Scheibchen von grösserem Durchmesser, leuchten aber in einem viel ruhigeren wenn auch schwächeren Lichte. Besonders scheint dieses Verfahren bei unruhigen Bildern und Doppelsternen vom Typus von ζ Herculis (heller Hauptstern mit nahestehendem, erheblich schwächerem Begleiter) empfehlenswerth.

Im Anschluss an das Vorhergehende würde es hier am Platze sein, den Einfluss der Beugung auf Lichtpunkte, an durchschnittenen Objectiven oder Heliometern zu untersuchen. In derselben Allgemeinheit und Strenge diese Untersuchung durchzuführen, wie es oben für volle Objective geschehen ist, gestatten jedoch die bisherigen mathematischen Hülfsmittel nicht, denn einestheils sind die Functionen, auf welche diese Aufgabe führt, sehr viel complicirterer Natur als die Bessel'schen Functionen, anderntheils ist die Intensität in diesem Falle nicht mehr eine Function einer einzigen Variabeln, d. h. allein durch die Entfernung des betreffenden Punkts vom geometrischen Bilde des Lichtpunkts bedingt, sondern auch noch von der Lage des Punkts gegen die Schnittlinie abhängig. Ich werde im letzten Capitel die allgemeinen Formeln für Heliometer anführen und die Intensitätsvertheilung in den beiden Hauptrichtungen, senkrecht und parallel zur Schnittlinie genauer untersuchen und will nunmehr zu dem eigentlichen Gegenstand meiner Abhandlung: der Untersuchung des Einflusses der Diffraction auf Lichtscheiben, übergehn.

Capitel II.

Ableitung der Grundformeln und Bestimmung der vollen Intensität.

Die Erfahrung lehrt, dass zwei verschiedene Punkte einer ausgebreiteten Lichtquelle zu keiner sichtbaren Interferenz Anlass geben können und dass die Intensität irgend eines von beiden gleichzeitig erregten Punktes einfach der Summe der Intensitäten gleich zu

---

1) W. Herschel, Philosoph. Trans. 1805 pag. 1; J. Herschel, Encycl. metrol. Article Light.

2) Dawes, Mem. of the Royal Astr. Society, Vol. VIII und XXXV.

setzen ist, welche jeder Lichtpunkt einzeln dem betreffenden Punkte zusendet. Dieser Erfahrungssatz ermöglicht die für einzelne Lichtpunkte geltenden Diffractionsgesetze auf irgendwie begrenzte Lichtscheiben auszudehnen und führt die Bestimmung der Licht-Intensität irgend eines hinter einer beugenden Oeffnung liegenden Punkts auf die Auswerthung eines Doppelintegrals zurück.

Liegt die Lichtscheibe im Unendlichen und ist die beugende Oeffnung kreisförmig, so trägt, dem Vorigen zufolge, jeder Punkt der Lichtscheibe (α_1 β_1) zu der Intensität eines Punktes P der Focalebene, dessen Winkelentfernung vom geometrischen Bilde des Lichtpunkts ζ ist, die Grösse:

$$J(\zeta) = 4\pi^2 R^4 \cdot K \cdot \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$$

bei, wo $z = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \zeta = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \sqrt{(\alpha_1 - \alpha)^2 + (\beta_1 - \beta)^2}$ und K eine von der specifischen Intensität des Punkts auf der Lichtscheibe, d. h. allein von α_1 β_1 abhängige Grösse bedeutet.

Nehmen wir daher den Punkt P zum Anfangspunkt eines polaren Coordinatensystems (ζ ψ) und denken uns die Projection der Lichtscheibe in der Focalebene in die Elemente $\zeta\, d\zeta\, d\psi$ zerlegt, so ist die resultirende Intensität von P, die wir durch I bezeichnen wollen, gleich der Summe der Intensitäten, welche ein jedes dieser Elemente beiträgt oder gleich zu setzen dem Ausdruck $\iint J(\zeta)\, \zeta d\zeta d\psi$, wo die Integration über alle Elemente des geometrischen Bildes der Lichtscheibe zu erstrecken ist. Liegt demnach P ausserhalb der Begrenzung des geometrischen Bildes und wird der Einfachheit halber vorausgesetzt, dass jeder Vector aus P diese Begrenzung nur zweimal schneidet, so ist:

$$I = \int_{\psi_1}^{\psi_2} d\psi \int_{\zeta_1}^{\zeta_2} J(\zeta) \cdot \zeta\, d\zeta$$

wo ζ_1 und ζ_2 als Functionen von ψ gegeben sind und ψ_1 ψ_2 die äussersten Werthe des Winkels ψ bedeuten, für welche es noch Punkte auf dem Contour des geometrischen Bildes der Lichtscheibe giebt. Liegt andererseits P innerhalb der Begrenzung, so ist:

$$I = \int_0^{2\pi} d\psi \int_0^{\zeta_2} J(\zeta) \cdot \zeta\, d\zeta$$

und wir wollen diese beiden Fälle im Folgenden dadurch auseinanderhalten, dass wir I die Zeichen $+$ und $-$ beifügen.

Im allgemeinsten Falle, wenn die Intensität auf der Lichtscheibe von Punkt zu Punkt variirt, ist $J(\zeta)$ eine Function sowohl von ζ als auch von ψ und die Werthermittelung von I kann alsdann selbst in einfacheren Fällen eine sehr complicirte und oft nicht anders, als durch mechanische Quadratur erreicht werden. Ist dagegen die Intensität der Lichtscheibe

in allen Punkten dieselbe — und dieser Fall findet wenigstens genähert auf Sonne, Mond und Planeten Anwendung —, so kann K als eine von ζ und ψ unabhängige Constante fortgelassen werden und wir gelangen alsdann, indem wir z statt ζ als Variable einführen und dementsprechend $z_1 = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \zeta_1$ $z_2 = \frac{2\pi}{\lambda} R . \zeta_2$ setzen[1]), mit Fortlassung des Factors $\lambda^2 R^2$, zu den Ausdrücken:

$$I(+) = \int_{\psi_1}^{\psi_2} d\psi \int_{z_1}^{z_2} \frac{(J_1(z))^2}{z} dz \qquad I(-) = \int_0^{2\pi} d\psi \int_0^{z_2} \frac{(J_1(z))^2}{z} dz$$

welche die relative Intensität der Punkte in der Focalebene vollständig bestimmen. Die geometrische Bedeutung dieser Doppel-Integrale ist eine sehr einfache. Errichten wir nämlich in dem geometrischen Bilde eines Lichtpunkts A eine Senkrechte zur Focalebene und nehmen dieselbe zur y-Axe eines Umdrehungskörpers, dessen Erzeugende die Gleichung $y = \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ hat, so wird die von A herrührende Intensität in einem Punkte P der Focalebene sich durch die Ordinate y messen lassen, welche die Rotationsfläche in diesem Punkte besitzt. Dieselbe Ordinate hat aber auch der Punkt A, wenn wir die Axe des Umdrehungskörpers nach P versetzen und sind mehrere discrete Lichtpunkte A, B, C... von gleicher Intensität vorhanden, so giebt die Summe aller Ordinaten über A, B, C... ein Maass für die Intensität in P ab. Bilden ferner die geometrischen Bilder der Lichtpunkte eine gerade Lichtlinie, so wird die Intensität in P durch den Inhalt des über der Lichtlinie senkrecht zur Focalebene liegenden Querschnitts des Umdrehungskörpers auszudrücken sein und erweitern wir diese Anschauungsweise auf homogene Lichtflächen, so können wir uns I als ein Volumen vorstellen, welches ein gerader Cylinder, dessen Grundcurve der Contour der Lichtscheibe ist, aus einem Umdrehungskörper herausschneidet, dessen Axe, der Cylinderaxe parallel, in P liegt und dessen Erzeugende die Gleichung $y = \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ hat.

Dieser Satz rührt von Schwerd[2]) her und ist von Herrn André[3]) in ähnlicher Form wiedergegeben worden. Im Grunde genommen besagt er nicht viel mehr, als dass eine doppelte Integration als eine Volumbestimmung aufgefasst werden kann, was ja selbstverständlich ist; und dass wir es hier insbesondere mit dem Volumen eines Umdrehungskörpers zu thun haben, rührt einzig daher, dass für kreisförmige Oeffnungen $J(\zeta)$ eine Function einer einzigen Variablen ist und gilt deshalb auch nur für kreisförmige (resp. ringförmige) Oeffnungen. Nichtsdestoweniger kommt der Satz der Anschauung gelegentlich zu Hülfe und ermöglicht in besonders einfachen Fällen, sich von vornherein eine genäherte Vorstellung von der Lichtvertheilung an Lichtscheiben zu bilden. — Eine andere Deutung von I würde

---

1) Im Folgenden werden wir noch mehrfach analoge Bezeichnungen zu machen haben; wir wollen daher ein für alle Mal festsetzen, dass wir die Entfernungen in der Focalebene durch griechische und die Producte derselben in die Zahl $\frac{2\pi}{\lambda} R$ durch die entsprechenden lateinischen Buchstaben bezeichnen.

2) Schwerd, Beugungserscheinungen § 228 etc.

3) André, Ann. de l'Éc. Normale 1876 p. 306.

darin bestehen, $\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ als eine zwischen zwei Punkten A und P wirkende und nur von deren Abstand z abhängige Kraft zu betrachten und demgemäss I als die Summe aller von den Punkten einer Scheibe auf P geäusserten Kräfte anzusehen. Wir werden später zeigen, dass für Punkte, welche in grösserer Entfernung von der geometrischen Begrenzung einer ausgedehnten Lichtscheibe liegen, mit grosser Annäherung:

$$I(+) = \frac{1}{\pi}\int_{\psi_1}^{\psi_2} d\psi \int_{z_1}^{z_2} \frac{dz}{z^2}$$

gesetzt werden darf und können daraus schliessen, dass die Aufgabe: $I(+)$ für entfernter gelegene Punkte zu bestimmen, identisch ist mit der Aufgabe: die Potentialfunction einer gleichförmig mit Masse belegten Scheibe auf einen ausserhalb gelegenen Punkt zu finden, wenn das Gesetz der Anziehung umgekehrt proportional ist dem Biquadrate der Entfernung.

Zuvörderst kommt es jetzt darauf an, die Integralfunction:

$$F(z) = \int_0^z \frac{(J_1(z))^2}{z}\, dz$$

für reelle positive Argumente näher zu untersuchen und insbesondere ihren Grenzwerth für $z = \infty$ zu bestimmen; dass ein bestimmter endlicher Grenzwerth $F(\infty)$ wirklich existiren muss, lässt sich aus bekannten Eigenschaften der Function $J_1(z)$ leicht folgern; ausserdem aber hat dieser Grenzwerth eine sehr einfache Bedeutung: es stellt nämlich $2\pi \cdot F(\infty)$ die Intensität eines Punktes dar, im Fall die Lichtscheibe sich nach allen Seiten ins Unendliche erstreckt, oder geometrisch: das Gesammtvolumen des durch die Gleichung $y = \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ bestimmten Umdrehungskörpers. Sehr nahe dieselbe Intensität muss aber auch ein Punkt besitzen, der innerhalb einer endlichen Lichtscheibe in hinreichender Entfernung vom Rande derselben liegt, weil, für einigermassen erhebliche ζ, z sehr gross ist und andererseits $\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ sehr rasch mit wachsendem z abnimmt. In derselben Weise lässt sich allgemeiner $2\pi . F(z)$ als die Intensität auffassen, welche eine kreisförmige Lichtscheibe vom Radius ζ in ihrem Centrum besitzt.

Die Bestimmung der Function $F(z)$ und insbesondere ihres Grenzwerths für $z = \infty$ lässt sich nun auf eine merkwürdige Beziehung gründen, die zwischen dem Quadrate einer Bessel'schen Function n^{ten} Ranges und dem Integrale einer Bessel'schen Function $2n^{\text{ten}}$ Ranges obwaltet. Diese Relation findet sich, wie ich nachträglich bemerkt habe, bereits in

der schönen Abhandlung von Neumann[1]) bewiesen; sie ist jedoch daselbst gelegentlich einer andern Untersuchung und auf einem von dem nachfolgenden ganz abweichenden Wege abgeleitet. Auch scheint mir die hier gegebene Herleitung etwas natürlicher zu sein, indem sie sich nur auf bekannte Sätze der Transformation von Doppelintegralen stützt.

Aus der ursprünglichen Definition der Bessel'schen Functionen folgt ohne Weiteres:

$$J_{2n}(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos(z \sin w) \cdot \cos 2nw \cdot dw$$

$$J_{2n+1}(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \sin(z \sin w) \cdot \sin(2n+1)w \cdot dw$$

und daraus insbesondere:

$$(J_1(z))^2 = \frac{1}{\pi^2}\int_0^\pi\int_0^\pi \sin(z \sin a) \cdot \sin(z \sin b) \cdot \sin a \sin b \cdot da\, db$$

oder wegen:

$$0 = \frac{1}{\pi^2}\int_0^\pi\int_0^\pi \sin(z \sin a) \cdot \sin(z \sin b) \cdot \cos a \cos b \cdot da\, db$$

$$(J_1(z))^2 = \frac{1}{\pi^2}\int_0^\pi\int_0^\pi \frac{1}{2}\left\{\cos\left(2z \sin\frac{a-b}{2}\cos\frac{a+b}{2}\right) - \cos\left(2z \sin\frac{a+b}{2}\cos\frac{a-b}{2}\right)\right\} \cos(a-b) \cdot da\, db$$

Substituirt man darin die neuen Variabeln:

$$\alpha = \frac{a-b}{2} \qquad \beta = \frac{a+b}{2}$$

ersetzt demgemäss $da\,db$ durch $2d\alpha d\beta$ und integrirt zuerst nach β, dann nach α, so werden die Integrationsgrenzen:

für β α und $\pi - \alpha$

für α $-\frac{\pi}{2}$ und $+\frac{\pi}{2}$

und demnach

$$(J_1(z))^2 = \frac{1}{\pi^2}\int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos 2\alpha\, d\alpha \int_\alpha^{\pi-\alpha} \{\cos(2z \sin\alpha \cos\beta) - \cos(2z \cos\alpha \sin\beta)\}\, d\beta$$

---

1) Neumann, Theorie der Bessel'schen Functionen. Ein Analogon zur Theorie der Kugelfunctionen. Leipzig 1867, p. 70.

$$= \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos 2\alpha\, d\alpha \int_\alpha^{\pi-\alpha} \cos(2z \sin\alpha \cos\beta)\, d\beta - \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos 2\alpha\, d\alpha \int_\alpha^{\pi-\alpha} \cos(2z\cos\alpha\sin\beta)\, d\beta$$

Wird ferner im ersten Integral statt β, $\beta - \frac{\pi}{2}$ und im zweiten statt α, $\frac{\pi}{2} - \alpha$ gesetzt, so lassen sich beide zusammenziehen und man erhält kürzer:

$$(J_1(z))^2 = \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos 2\alpha\, d\alpha \int_{\alpha-\frac{\pi}{2}}^{\alpha+\frac{\pi}{2}} \cos(2z \sin\alpha \sin\beta)\cdot d\beta$$

und schliesslich, in Anbetracht dass:

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{\alpha+\frac{\pi}{2}} \cos(2z\sin\alpha\sin\beta)\, d\beta = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\alpha-\frac{\pi}{2}} \cos(2z\sin\alpha\sin\beta)\, d\beta$$

$$(J_1(z))^2 = \frac{1}{\pi^2}\int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos 2\alpha\, d\alpha \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos(2z\sin\alpha\sin\beta)\, d\beta$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} J_0(2z\sin\alpha)\cdot\cos 2\alpha\, d\alpha = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} J_2(2z\sin\alpha)\, d\alpha$$

Nichts hindert genau dieselbe Transformation mit $(J_n(z))^2$ vorzunehmen, wodurch man sogleich zu dem allgemeineren Satze:

$$(J_n(z))^2 = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} J_0(2z\sin\alpha)\cdot\cos 2n\alpha\cdot d\alpha = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} J_{2n}(2z\sin\alpha)\, d\alpha$$

gelangt. Mit Hülfe desselben lässt sich eine grosse Zahl bestimmter Integrale Bessel'scher Functionen, von welchen einige sowohl in theoretischer, als praktischer Beziehung Interesse verdienen, auf verhältnissmässig einfachem Wege bestimmen, oder auf andere einfachere Integrale, deren Ermittelung sonst nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereiten würde, zurückführen. Ohne jedoch an diesem Orte näher darauf einzugehen, will ich hier nur diejenigen Folgerungen ziehen, die zu einer Bestimmung der uns vorliegenden Integralfunction führen und gewissermassen als der Schlüssel zu unseren späteren Betrachtungen anzusehen sind.

Aus dem obigen Satze folgt nämlich:

$$F(z) = \int_0^z \frac{(J_1(z))^2}{z} dz = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} dw \int_0^z \frac{J_2(2z \sin w)}{z} dz$$

oder wenn man die Relation:

$$\int_0^z \frac{J_2(z)}{z} dz = \frac{1}{2} - \frac{J_1(z)}{z}$$

berücksichtigt:

$$F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{J_1(2z \sin w)}{z \sin w} dw$$

Für $z = \infty$ ist aber schon $J_1(z) = 0$, um so mehr $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{J_1(2z \sin w)}{z \sin w} dw = 0$ und folglich:

$$F(\infty) = \frac{1}{2}$$

Damit sind wir zunächst zu dem folgenden Theorem gelangt:

«Das Gesammtvolumen des von der Curve $y = \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ beschriebenen Umdrehungskörpers ist gleich π. Nehmen wir daher diejenige Intensität als Einheit an, welche die Punkte einer sehr ausgebreiteten Lichtscheibe in sehr grosser (streng genommen in unendlicher) Entfernung vom geometrischen Rande besitzen und die wir die *volle* Intensität nennen wollen, so erhalten wir die Intensität in einem beliebigen Punkte, wenn wir $I(+)$ und $I(-)$ durch π dividiren.»

Mit Hülfe des obigen Satzes lassen sich ferner sehr brauchbare Reihenentwickelungen zur Berechnung von $F(z)$, namentlich für kleine z, ableiten und ausserdem für grosse z Näherungswerthe für $F(z)$ finden.

Aus der convergenten Entwickelung für $J_1(z)$ folgt nämlich:

$$J_1(2z \sin w) = z \sin w \cdot \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \cdot \frac{(z \sin w)^{2n}}{n!(n+1)!}$$

und daraus:

$$F(z) = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \cdot \frac{z^{2n}}{n!(n+1)!} \cdot \frac{1}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} w \, dw$$

oder wegen $\frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} w\, dw = \frac{(2n-1)!}{2^{2n}.(n-1)!.n!}$

$$F(z) = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} a_n \cdot z^{2n} \qquad a_n = \frac{(2n-1)!}{2^{2n}(n-1)!(n+1)!(n!)^2}$$

Die Coefficienten dieser unter allen Umständen gültigen und für mässige Werthe von z sogar ausserordentlich rasch convergirenden Reihe berechnen sich am einfachsten nach der Recursionsformel:

$$a_n = \frac{2n-1}{2n^2(n+1)} \cdot a_{n-1} \qquad a_1 = \frac{1}{8}$$

wodurch man folgende Werthe erlangt:

$\log a_1 = 9{,}0969100_{-10}$	$\log a_6 = 2{,}4925187_{-10}$	$\log a_{11} = 2{,}6432723_{-20}$
$\log a_2 = 8{,}1938200$	$\log a_7 = 0{,}7121460$	$\log a_{12} = 0{,}4316643$
$\log a_3 = 7{,}0354575$	$\log a_8 = 8{,}8267848_{-20}$	$\log a_{13} = 8{,}1545595_{-30}$
$\log a_4 = 5{,}6764354$	$\log a_9 = 6{,}8477187$	$\log a_{14} = 5{,}8165459$
$\log a_5 = 4{,}1535566$	$\log a_{10} = 4{,}7840496$	$\log a_{15} = 3{,}4216114$

und mittelst derselben kann $F(z)$ bis $z = 4$ und selbst noch für grössere Argumente bequem berechnet werden.

Eine andere in mathematischer Hinsicht ganz interessante, nach Bessel'schen Functionen fortschreitende Entwickelung ergiebt sich, wenn man die Function: $\frac{J_1\left(\sqrt{(2z)^2-y^2}\right)}{\sqrt{(2z)^2-y^2}}$ nach dem Taylor'schen Lehrsatz in eine nach Potenzen von y^2 fortschreitenden Reihe entwickelt und darauf $y = 2z\cos w$ setzt; alsdann findet man:

$$\frac{J_1(2z \cdot \sin w)}{z \sin w} = \sum_{n=0}^{\infty} z^{n-1} \cdot J_{n+1}(2z) \cdot \frac{\sin^{2n} w}{n!}$$

und daraus:

$$F(z) = \frac{1}{2} - \sum_{n=0}^{\infty} z^{n-1} J_{n+1}(2z) \cdot \frac{1}{\pi . n!} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} w\, dw$$

$$= \frac{1}{2} - \sum_{n=0}^{\infty} (n+1)!\, a_n \cdot z^{n-1} J_{n+1}(2z)$$

wo $a_0 = \frac{1}{2}$ und im Uebrigen a_n dieselbe Bedeutung wie oben hat.

Diese Reihe ist für grössere z erheblich convergenter als die obige; demungeachtet ist sie für unsere Zwecke weniger geeignet und die Berechnung von $F(z)$ nach derselben mühsamer, weil keine Tafeln für die Bessel'schen Functionen höheren Ranges zu Gebote stehen und eine vorhergehende Bestimmung der letzteren aus den Tafeln für J_0 und J_1 sehr umständlich sein würde. Für grosse Argumente scheint daher $F(z)$, in gleicher Weise wie die Besselschen Functionen, sich nur durch semiconvergente Reihen brauchbar darstellen zu lassen. Einen ersten Näherungswerth kann man nun sogleich erhalten, wenn man

$$F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{J_1(2z \sin w)}{z \sin w}\, dw$$ durch die Substitution $y = 2z \sin w$ in die Form:

$$F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi z}\int_0^{2z} \frac{J_1(y)}{y} \cdot \frac{dy}{\sqrt{1-\left(\frac{y}{2z}\right)^2}}$$

bringt und beachtet, dass:

$$\int_0^{\infty} \frac{J_1(y)}{y}\, dy = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin w\, dw \int_0^{\infty} \frac{\sin(y \sin w)}{y}\, dy = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin w\, dw = 1$$

ist; dadurch erhält man für grosse z in erster Annäherung:

$$F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi z}$$

und in ähnlicher Weise liessen sich genauere Näherungswerthe ermitteln. Man gelangt jedoch auf kürzerem Wege zu demselben Resultat, wenn man von der semiconvergenten Reihe für $J_1(z)$ Gebrauch macht. Behält man zu dem Behuf nur die ersten drei Glieder derselben bei, setzt also:

$$J_1(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi z}}\left\{\sin\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\left(1 + \frac{15}{8.16}\cdot\frac{1}{z^2}\right) + \cos\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\frac{3}{8}\cdot\frac{1}{z}\right\}$$

so erhält man durch Quadriren, mit Fortlassung der Glieder höherer als der 3. Ordnung:

$$(J_1(z))^2 = \frac{1}{\pi z}\left\{1 - \sin 2z - \frac{3}{4}\cdot\frac{\cos 2z}{z} + \frac{3}{8}\cdot\frac{1}{z^2} - \frac{3}{32}\cdot\frac{\sin 2z}{z^2}\right\}$$

und daraus:

$$\pi \cdot \int_z^{\infty} \frac{(J_1(z))^2}{z}\, dz = \frac{1}{z} - \frac{\cos 2z}{2z^2} + \frac{1}{8}\cdot\frac{1}{z^3} + \frac{1}{4}\int_z^{\infty} \frac{\cos 2z}{z^3}\, dz - \frac{3}{32}\int_z^{\infty} \frac{\sin 2z}{z^4}\, dz.$$

Demnach bis auf Glieder 4[ter] Ordnung genau, indem

$$\int_z^\infty \frac{\cos 2z}{z^3}\, dz = -\frac{\sin 2z}{2z^3} \qquad \int_z^\infty \frac{\sin 2z}{z^4}\, dz = 0$$

gesetzt werden kann:

$$\pi \cdot \int_z^\infty \frac{(J_1(z))^2}{z}\, dz = \frac{1}{z} - \frac{\cos 2z}{2z^2} + \frac{1-\sin 2z}{8z^3}$$

und somit schliesslich:

$$F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{z} - \frac{\cos 2z}{2z^2} + \frac{\sin^2\left(z - \frac{\pi}{4}\right)}{4z^3}\right).$$

Um von der Genauigkeit dieser Darstellung, selbst bei mässigen Werthen von z, einen Begriff zu geben, habe ich für eine Reihe von Argumenten zwischen $z = 1$ und $z = 8$, die Werthe der Function $2 . F(z)$ (Intensität im Centrum einer Lichtscheibe vom Radius ζ, bezogen auf die volle Intensität als Einheit) sowohl in aller Strenge nach der convergenten Reihe, als auch nach dieser Näherungsformel berechnet:

	$2\,F(z)$	
z	streng	genähert
1,0	0,2208	0,2237
1,5	0,4267	0,4153
2,0	0,6173	0,6122
2,5	0,7506	0,7498
3,0	0,8174	0,8180
3,5	0,8366	0,8370
4,0	0,8379	0,8379
5,0	0,8611	0,8610
6,0	0,9008	0,9008
7,0	0,9101	0,9100
8,0	0,9155	0,9155

Die aus der semiconvergenten Reihe folgende Darstellung von $F(z)$ ist demnach von $z = 4$ an, bis auf eine Einheit der 4. Decimale genau und selbst für Argumente zwischen 1 und 4 noch sehr genähert.

Der Verlauf der Function $F(z)$ ist durch deren Grenzwerthe für $z = 0$ und $z = \infty$, sowie durch den Differentialquotienten: $\frac{\partial F(z)}{\partial z} = \frac{(J_1(z))^2}{z}$ vollkommen charakterisirt. Danach wächst $F(z)$ stetig vom Werthe 0 für $z = 0$ bis zum Werthe $\frac{1}{2}$, den sie für $z = \infty$ erreicht.

Anfangs, d. h. für $z < 1$ ist die Zunahme gering, wird aber grösser mit wachsendem z, erreicht für Mittelwerthe ein Maximum und wird für grosse z umgekehrt proportional dem Quadrate von z, also abermals sehr klein. Eigentliche Minima kann die Function $F(z)$ nicht besitzen und wird nur stationär und der Abscissenaxe parallel an denjenigen Stellen, wo $J_1(z) = 0$ ist, d. h. genähert für $z = m \cdot \pi + \frac{\pi}{4}$.

Die Curve $y = F(z)$ hat demnach eine treppenförmige Gestalt und die einzelnen Stufen der Treppe folgen einander in nahezu gleichen Intervallen. — Eine ausgedehntere Tafel für $2\,F(z)$ findet man weiter unten im 4. Capitel.

Capitel III.

Untersuchung der Lichtvertheilung an Scheiben, deren Radius gleich unendlich gesetzt werden kann.

Die vorausgegangene Untersuchung giebt uns das Mittel an die Hand, in einfacheren Fällen die Integrale $I(+)$ und $I(-)$ und damit die Lichtvertheilung an den Bildern leuchtender Scheiben zu bestimmen. Die einfachste Voraussetzung, welche wir hinsichtlich der Begrenzung der Lichtscheibe machen können, besteht offenbar in der Annahme einer geradlinig begrenzten und sich ins Unendliche erstreckenden Lichtscheibe, und dieser Fall ist deshalb von Wichtigkeit, weil er auf Sonne und Mond und genähert auch auf die grossen Planeten Anwendung findet.

Zunächst ist klar, dass alsdann die Intensität in allen Geraden parallel zur geometrischen Begrenzung constant ist und daher nur mit dem Abstande von der geometrischen Begrenzung variiren kann. Ferner ist ersichtlich, dass in diesem Fall $I(+)$ und $I(-)$ für gleiche Abstände von der Begrenzungslinie durch eine einfache Relation mit einander verbunden sind; denn bezeichnet man mit ε den Abstand eines Punkts vom geometrischen Rande und setzt entsprechend $e = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \varepsilon$, so erhält man offenbar die Intensität $I(-e)$ eines Punkts *innerhalb* der Lichtscheibe, wenn man von der *vollen* Intensität, welche dieser Punkt besitzen würde, falls die Lichtscheibe sich nach allen Seiten ins Unendliche erstreckte, die Intensität $I(+e)$ abzieht, welche von den Punkten jenseits der geometrischen Begrenzung herrührt. Nimmt man daher die *volle* Intensität als Einheit an, so hat man:

$$I(-e) = 1 - I(+e)$$

und umgekehrt den Satz: «Die Abnahme der Intensität innerhalb der Lichtscheibe von einem unendlich entfernten Punkte bis zu einem Punkte in der Entfernung ε vom Rande, ist genau so gross als die Intensität eines Punktes in derselben Entfernung ausserhalb der Lichtscheibe».

Insbesondere folgt daraus: «die Intensität im geometrischen Rande, wo $I(+e) = I(-e)$, beträgt genau die Hälfte der *vollen* Intensität». Denkt man sich demnach die Intensitäten als Ordinaten auf einer zum geometrischen Rande senkrechten Abscissenaxe aufgetragen, so besteht die Intensitätscurve $y = I(e)$ aus zwei congruenten Theilen, welche durch Drehung um den Anfangspunkt $e = 0$ zur Deckung gebracht werden können. Die Gültigkeit dieses Satzes ist nicht bloss auf kreisförmige beugende Oeffnungen eingeschränkt, da er unabhängig ist von dem Gesetze, nach welchem die Lichtvertheilung an Lichtpunkten statt hat[1]).

Wir können uns somit im Folgenden auf die Untersuchung der Intensitäten *ausserhalb* der geometrischen Begrenzung der Lichtscheibe beschränken. Beziehen wir dieselben auf die volle Intensität als Einheit, dividiren demgemäss $I(+)$ durch π, und rechnen den Winkel ψ von der Senkrechten zum geometrischen Rande aus, so haben wir:

$$I(+e) = \frac{1}{\pi}\int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} d\psi \int_z^{\infty} \frac{(J_1(z))^2}{z}\,dz \qquad z = e\sec\psi. \;\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Die Bestimmung dieses Integrals soll zuerst unter der Voraussetzung geschehen, dass der Abstand ε oder e so gross ist, dass man für $F(z)$ die *genäherte* Darstellung benutzen kann. Dem Obigen zufolge erhalten wir alsdann:

$$I(+e) = \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \left\{\frac{1}{z} - \frac{\cos 2z}{2z^2} + \frac{1-\sin 2z}{8z^3}\right\} d\psi \qquad z = e\sec\psi$$

oder, wenn wir die Integrationen für das erste und dritte Glied vollziehen und für das zweite und vierte Glied, an Stelle von ψ, z als Integrationsvariable einführen, wegen:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\psi\, d\psi = 1 \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^3\psi\, d\psi = \frac{2}{3} \qquad d\psi = \frac{e\,dz}{z\sqrt{z^2-e^2}}$$

$$I(+e) = \frac{2}{\pi^2}\cdot\left\{\frac{1}{e} - \int_e^{\infty} \frac{e\cos 2z}{2z^3\sqrt{z^2-e^2}}\,dz + \frac{1}{12e^3} - \int_e^{\infty} \frac{e\sin 2z}{8z^4\sqrt{z^2-e^2}}\,dz\right\} \;\ldots\ldots \quad (2)$$

---

1) Herr André hat diesen Satz übersehen und sich dadurch die Rechnungsarbeit unnützer Weise verdoppelt. cfr. Table F, pg. 313 und Table H, pg. 335; letztere gilt für eine ringförmige Oeffnung $p = \frac{1}{2}$.

Für einigermassen beträchtliche Werthe von e ist aber das erste Glied in diesem Ausdruck erheblich grösser als die folgenden; in erster Annäherung erhält man daher:

$$I(+e) = \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{e} = \frac{1}{\pi^3} \cdot \frac{\lambda}{R.\varepsilon}$$

und damit den folgenden Satz:

«In grösseren Entfernungen vom geometrischen Rande ist die Intensität umgekehrt proportional der Entfernung ε und dem Radius der Objectivöffnung. Die Intensitätscurve $y = I(+e)$ ist daher eine Hyperbel, welche die Abscissenaxe (senkrecht zum Rande gedacht) zur Asymptote hat.»

Wie wir später sehen werden, ist dies Gesetz auch noch für kleine Entfernungen (bis $e = 1$ hinunter) eine erste Annäherung und wird nur in unmittelbarer Nähe des geometrischen Randes illusorisch. Beispielsweise erhält man nach dieser Formel für $e = 1,5$ und $e = 2,0$, welchen Werthen bei einer Objectivöffnung von 100^{mm} oder beiläufig 4 P. Zoll und $\lambda = 0^{mm},00058$, die Entfernungen $\varepsilon = 0'',56$ resp. $\varepsilon = 0'',76$ entsprechen: $I(+e) = 0,135$ und $= 0,101$, während die genauen Werthe $I(+e) = 0,164$ und $= 0,107$ sein würden. Ein Blick auf die von Herrn André berechnete und bis zum Werthe $e = \pm 13$ fortgeführte Tafel genügt, um sich zu überzeugen, dass dieses Gesetz in derselben nicht ausgesprochen ist und dass die Abnahme der Intensität mit der Entfernung vom Rande, daselbst in einer *ganz andern* Weise, nämlich bedeutend rascher erfolgt, als dies nach obiger Formel der Fall sein muss. Während nach dieser die Intensität für doppelt so grosse Werthe von e ungefähr die Hälfte beträgt, ist dieselbe nach André's Tafel beispielsweise für $e = 3,0$ 3 bis 4mal grösser als für $e = 6,0$, ungefähr 7mal grösser als für $e = 8,0$, 17mal grösser als für $e = 10,0$ u. s. f. In Folge dessen giebt die André'sche Tabelle einerseits die Diffractionswirkung viel zu gering an, lässt aber andererseits die kleineren Objective in Hinsicht der Beugung erheblich im Nachtheil gegenüber den grösseren erscheinen.

Um über die Richtigkeit des obigen Näherungsausdrucks gar keinen Zweifel zu lassen, mag hier noch kurz der Fall betrachtet werden, dass die kreisförmige Objectivöffnung durch einen Spalt ersetzt ist, dessen Kanten der geradlinigen Begrenzung der Lichtscheibe parallel sind und sich ins Unendliche erstrecken. Für diesen Fall ist die Ableitung der entsprechenden Näherungsformel eine sehr viel einfachere und es ist a priori klar, dass das Gesetz, nach welchem die Intensität mit dem Abstand vom Rande variirt, ähnlich lauten muss wie bei einer kreisförmigen Oeffnung, wenngleich die Intensitäten auf die *volle* bezogen, andere Werthe erhalten. Aus der Grundformel für Fraunhofer'sche Beugungserscheinungen findet man in diesem Fall leicht den folgenden Ausdruck für die Intensitätsvertheilung:

$$I(+e) = \int_e^{\infty} \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2 du$$

$e = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \varepsilon$, ε Abstand vom geometrischen Rande, $2R$ Breite des Spalts.

Somit lässt sich die Intensität selbst, bezogen auf die *volle* Intensität, die für $e = -\infty$ stattfindet, wegen:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2 du = \pi$$

ausdrücken durch

$$I(+e) = \frac{1}{\pi} \int_e^{\infty} \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2 du = \frac{1}{\pi} \int_e^{\infty} \frac{1 - \cos 2u}{2u^2} du$$

$$= \frac{1}{2\pi e} + \frac{1}{\pi} \Big(\sin 2e \cdot A(e) - \cos 2e \cdot B(e)\Big)$$

wo $A(e)$ und $B(e)$ die folgenden leicht sich ergebenden semiconvergenten Reihen bedeuten:

$$A(e) = \frac{1!}{(2e)^2} - \frac{3!}{(2e)^4} + \frac{5!}{(2e)^6} - \ldots\ldots$$

$$B(e) = \frac{2!}{(2e)^3} - \frac{4!}{(2e)^5} + \frac{6!}{(2e)^7} - \ldots\ldots$$

Für grössere Entfernungen erhält man demnach in erster Annäherung:

$$I(+e) = \frac{1}{2\pi e} = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{\lambda}{R.\varepsilon}$$

und damit ganz dasselbe Gesetz, wie oben für kreisförmige Oeffnungen. Zugleich sieht man, dass in dem letzteren Fall die Helligkeiten in gleicher Entfernung vom Rande etwas kleiner ausfallen, als bei einer dem Spalt eingeschriebenen kreisförmigen Oeffnung, was ebenfalls a priori zu erwarten stand.

Kehren wir jetzt wieder zu der Formel (2) zurück, so bleiben uns noch die in derselben vorkommenden Integrale zu bestimmen, die wir zur Abkürzung mit $G(e)$ und $H(e)$ bezeichnen wollen. Selbstverständlich brauchen wir nur deren genäherte Werthe zu kennen, unter der Voraussetzung, dass e einen einigermassen beträchtlichen Werth besitzt.

Es kann dies auf zweierlei Arten geschehen: erstens dadurch, dass man $G(e)$ und $H(e)$ in semiconvergente Reihen entwickelt, wobei man sich einer Methode bedienen kann, welche im Wesentlichen der von Lipschitz[1]) zur Herleitung der semiconvergenten Reihen für die Bessel'schen Functionen benutzten, analog ist. Man gelangt nämlich nach dieser Methode leicht zu den folgenden Transformationen:

1) Lipschitz, Crelle's Journ. Bd. 56. pg. 189.

$$\int_1^\infty \frac{e^{-yzi}}{y^3 . \sqrt{y^2-1}}\, dy = -\int_0^\infty \frac{e^{-z(x+i)}}{(x+i)^3 \sqrt{1+(x+i)^2}}\, dx$$

$$= \frac{e^{-\left(z+\frac{\pi}{4}\right)i}}{\sqrt{2z}} \cdot \int_0^\infty \frac{e^{-\beta} . \beta^{-\frac{1}{2}}}{\left(1-\frac{\beta i}{z}\right)^3 \left(1-\frac{\beta i}{2z}\right)^{\frac{1}{2}}}\, d\beta$$

und wenn man darin den Nenner nach Potenzen von $\frac{\beta}{z}$ entwickelt und die reellen Theile einander gleich setzt:

$$\int_1^\infty \frac{\cos(yz)}{y^3 . \sqrt{y^2-1}}\, dy = \frac{\cos\left(z+\frac{\pi}{4}\right)}{\sqrt{2z}} \int_0^\infty e^{-\beta} \beta^{-\frac{1}{2}} \left(1 - a_2 \frac{\beta^2}{z^2} + \ldots\ldots\ldots\ldots\right) \cdot d\beta$$

$$+ \frac{\sin\left(z+\frac{\pi}{4}\right)}{\sqrt{2z}} \int_0^\infty e^{-\beta} \beta^{-\frac{1}{2}} \left(\left(3+\frac{1}{4}\right) \frac{\beta}{z} - a_3 \cdot \frac{\beta^3}{z^3} + \ldots\ldots\right) \cdot d\beta$$

folglich, wegen

$$\int_0^\infty e^{-\beta} \beta^{-\frac{1}{2}}\, d\beta = \sqrt{\pi} \qquad \int_0^\infty e^{-\beta} \beta^{+\frac{1}{2}}\, d\beta = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

$$G(e) = \frac{\sqrt{\pi}}{4} \cdot \frac{\cos\left(2e+\frac{\pi}{4}\right)}{e^{\frac{5}{2}}} + \frac{\left(3+\frac{1}{4}\right)\sqrt{\pi}}{16} \cdot \frac{\sin\left(2e+\frac{\pi}{4}\right)}{e^{\frac{7}{2}}} - \ldots\ldots$$

Es bliebe indess noch zu beweisen, dass diese Reihe wirklich semiconvergent und nicht ganz bedeutungslos ist; um jedoch dieses etwas umständlichen Beweises überhoben zu sein, will ich den ersten Näherungswerth von $G(e)$ noch auf einem zweiten anschaulicheren Wege ableiten. Führen wir zu dem Zweck an Stelle von z die Integrationsvariable $y^2 = z - e^2$ ein, so nimmt $G(e)$ die folgende Gestalt an:

$$G(e) = \int_0^\infty \frac{e . \cos(2\sqrt{e^2+y^2})}{2(e^2+y^2)^2}\, dy$$

Beachtet man nun, dass die Function $\frac{\cos(2\sqrt{e^2+y^2})}{(e^2+y^2)^2}$ für grosse e und kleine y näherungsweise gleich $\frac{\cos\left(2e+\frac{y^2}{e}\right)}{e^4}$ ist, für grosse y dagegen sehr klein wird, so hat man genähert:

$$G(e) = \int_0^\infty \frac{1}{2e^3} \cdot \cos\left(2e + \frac{y^2}{e}\right) dy$$

und daraus, wegen

$$\int_0^\infty \cos\left(\frac{y^2}{e}\right) dy = \int_0^\infty \sin\left(\frac{y^2}{e}\right) dy = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi . e}{2}}$$

$$G(e) = \frac{\sqrt{\pi}}{4} \cdot \frac{\cos\left(2e + \frac{\pi}{4}\right)}{e^{\frac{5}{2}}}$$

in Uebereinstimmung mit dem ersten Gliede der obigen Reihe. Auch liessen sich auf diesem Wege leicht noch genauere Werthe von $G(e)$ finden, wenn man beispielsweise

$$\frac{\cos(2\sqrt{e^2 + y^2})}{(e^2 + y^2)^2} = \frac{\cos\left(2e + \frac{y^2}{e}\right)}{e^4\left(1 + 2\frac{y^2}{e^2}\right)}$$

setzt und dann in ähnlicher Weise verfährt. Ferner ergiebt sich ganz ebenso als erster Näherungswerth von $H(e)$:

$$H(e) = \frac{\sqrt{\pi}}{16} \cdot \frac{\sin\left(2e + \frac{\pi}{4}\right)}{e^{\frac{7}{2}}}.$$

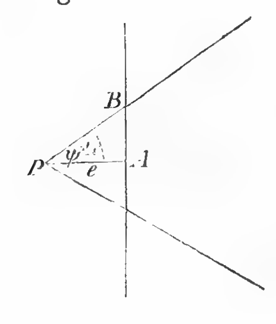
Vernachlässigen wir aber in (2) die periodischen Glieder höherer als der dritten Ordnung, so können wir uns mit dem ersten Gliede für $G(e)$ begnügen, ferner $H(e) = 0$ setzen und erhalten dann schliesslich:

$$I(+e) = \frac{2}{\pi^2}\left(\frac{1}{e} - \frac{\sqrt{\pi}}{4} \cdot \frac{\cos\left(2e + \frac{\pi}{4}\right)}{e^{\frac{5}{2}}} + \frac{1}{12\,e^3}\right). \qquad \textbf{(3)}$$

Zu dem nämlichen Ausdruck werden wir später noch auf etwas anderm Wege gelangen. Die Intensitätscurve $y = I(+e)$ führt danach kleine Oscillationen um eine mittlere Hyperbel $y = \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{e}$ aus, von nahezu gleicher Periode aber mit der Entfernung vom Rande sehr rasch abnehmender Amplitude.

Nach der hier auseinandergesetzten Methode lassen sich die Intensitäten nicht mehr für Punkte in der unmittelbaren Nähe des geometrischen Randes bestimmen; auch lässt sich — und dies liegt in dem Wesen der semiconvergenten Reihen begründet — auf diesem Wege die Genauigkeit immer nur bis zu einer gewissen Grenze treiben, die allerdings für einigermassen beträchtliche e schon sehr weit liegt. Will man aber die Intensität bis in die Nähe des Randes verfolgen oder noch grössere Genauigkeit anstreben, so muss man convergente

Entwickelungen in Anwendung bringen, durch welche für beliebige e mit beliebiger Genauigkeit $I(+e)$ ermittelt werden kann, obwohl für grössere e durch mehr Aufwand von Rechnung.



Zu dem Zweck wollen wir uns die Lichtscheibe in zwei Theile zerlegt denken, in der Weise, dass der eine Theil nur Punkte enthält, welche von dem zu untersuchenden Punkte P in grösserer Entfernung liegen und deren Wirkung auf P daher durch die genäherte Darstellung von $F(z)$ gefunden werden kann, während der andere Theil auch Punkte enthält, welche sich in solcher Nähe von P befinden, dass diese Darstellung nicht mehr möglich ist. Dieser Forderung wird am einfachsten genügt, wenn man:

$$I(+e) = I_1 + I_2$$

$$I_1 = \frac{2}{\pi}\int_0^{\psi'} d\psi \int_z^{\infty} \frac{(J_1(z))^2}{z}\,dz \qquad I_2 = \frac{2}{\pi}\int_{\psi'}^{\frac{\pi}{2}} d\psi \int_z^{\infty} \frac{(J_1(z))^2}{z}\,dz$$

setzt und den Winkel ψ' in passender Weise bestimmt. Wählt man den letzteren so gross, dass innerhalb des Intervalls ψ' bis $\frac{\pi}{2}$, mit der erwünschten Genauigkeit

$$\int_z^{\infty} \frac{(J_1(z))^2}{z}\,dz = \frac{1}{\pi z} \quad \text{und daher:} \quad I_2 = \frac{2}{\pi^2}\,\frac{1-\sin\psi'}{e}$$

gesetzt werden darf, so kommt es nunmehr nur noch darauf an den zugehörigen Werth von I_1 zu ermitteln und dies lässt sich mittelst der convergenten Reihe für $F(z)$ leicht ausführen. Aus derselben folgt nämlich sofort:

$$\frac{\pi}{2}\cdot I_1 = \frac{\psi'}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} a_n \cdot e^{2n} \cdot \int_0^{\psi'} \frac{d\psi}{\cos^{2n}\psi}$$

oder weil

$$\int_0^{\psi'} \frac{d\psi}{\cos^{2n}\psi} = \sum_{m=1}^{m=n} (n-1)_{m-1} \cdot \frac{\operatorname{tng}^{2m-1}\psi'}{2m-1}$$

$$\frac{\pi}{2}\cdot I_1 = \frac{\psi'}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} a_n e^{2n} \cdot \sum_{m=1}^{m=n} (n-1)_{m-1} \cdot \frac{\operatorname{tng}^{2m-1}\psi'}{2m-1}$$

woraus, da diese Reihe stets convergent ist, für ein gegebenes e und ein innerhalb gewisser Grenzen willkürlich angenommenes ψ', I_1 immer scharf gefunden werden kann. Es ist jedoch weiter von Vortheil, namentlich mit Rücksicht auf die Berechnung einer Tabelle, ψ' in eine bestimmte Abhängigkeit von e zu bringen, indem man

$$e \operatorname{tng} \psi' = q$$

setzt und für q eine beliebige grössere Zahl wählt. Je grösser man dieselbe annimmt, um so grösser wird auch die Entfernung $PB = e \sec \psi'$ und daher um so genauer I_2 durch den obigen Ausdruck dargestellt.

Alsdann wird aber:

$$\frac{\pi}{2} \cdot I_1 = \frac{\psi'}{2} - \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} a_n \cdot \left(\sum_{m=1}^{m=n} (n-1)_{m-1} \frac{q^{2m-1}}{2m-1} \cdot e^{2(n-m)+1} \right)$$

oder nach Potenzen von e geordnet

$$\frac{\pi}{2} \cdot I_1 = \frac{\psi'}{2} - \sum_{m=1}^{\infty} (-1)^{m-1} A_m \cdot e^{2m-1}$$

$$A_m = \sum_{n=m}^{\infty} (n-1)_{n-m} \, a_n \cdot \frac{q^{2(n-m)+1}}{2(n-m)+1}$$

und man kann nunmehr die Coefficienten A_m ein für alle Mal für einen grösseren Werth von q berechnen und damit I_1 und folglich auch $I(+e)$, durch eine nach den ungeraden Potenzen von e fortschreitende Reihe darstellen. Die Berechnung der Coefficienten A_m bietet aber, selbst wenn man $q = 6$ annehmen wollte, noch gar keine Schwierigkeit dar, weil die Reihen, durch welche sie dargestellt sind, sehr rasch convergiren und zwar um so rascher, je grösser m ist. Begnügt man sich jedoch damit die Intensität auf diesem Wege, innerhalb des Intervalls $e = 0$ bis $e = 4$, auf 1 bis 2 Einheiten der 4. Decimale genau zu erhalten, so genügt es $q = 4$ zu setzen. Man erhält dann sehr einfach für die Logarithmen von A_m folgende Werthe:

$\log A_1 = 9{,}4908724_{-10}$	$\log A_6 = 2{,}9023179_{-10}$	$\log A_{11} = 3{,}10758_{-20}$
$\log A_2 = 8{,}5513496$	$\log A_7 = 1{,}1355938$	$\log A_{12} = 0{,}90336$
$\log A_3 = 7{,}3987748$	$\log A_8 = 9{,}262347_{-20}$	$\log A_{13} = 8{,}6333_{-30}$
$\log A_4 = 6{,}0548344$	$\log A_9 = 7{,}294010$	$\log A_{14} = 6{,}3013$
$\log A_5 = 4{,}5481731$	$\log A_{10} = 5{,}23986$	$\log A_{15} = 3{,}9122$

und damit definitiv:

$$I(+e) = \frac{\psi'}{\pi} + \frac{2}{\pi^2} \frac{1-\sin\psi'}{e} - \frac{2}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} (-1)^{m-1} A_m \cdot e^{2m-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ (4)$$

Wie man sieht, nehmen die Coefficienten A_m so rasch ab, dass die Berechnung von $I(+e)$ nach dieser Formel, zwischen $e = 0$ und $e = 4$, gar keine Umstände macht. Für sehr kleine e eignet es sich indess, auch noch $\psi' = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctng} \frac{e}{4}$ und desgleichen $\sin\psi'$ nach e zu entwickeln, und dann erhält man, Alles nach Potenzen von e geordnet:

$$(5) \ldots\ldots I(+e) = \tfrac{1}{2} - 0{,}27036 \cdot e + 0{,}02401 \cdot e^3 - 0{,}00159 \cdot e^5 + 0{,}00007 \cdot e^7 - \cdots\cdots$$

von welcher Formel wir weiterhin bei der Untersuchung über die Tropfenbildung Gebrauch machen werden. Beiläufig folgt hieraus, dass die Intensitätsabnahme $\frac{d\,I(e)}{d\,e}$ in unmittelbarer Nähe des geometrischen Randes constant ist, während sie in grösseren Entfernungen umgekehrt proportional wird dem Quadrate der Entfernung.

Es erübrigt nur noch den Nachweis zu liefern, dass der Ausdruck (4) die Intensitäten wirklich mit der angegebenen Genauigkeit darstellt, und dazu haben wir — im Hinblick dass I_1 in aller Strenge gefunden wird — nur zu zeigen, dass das zweite bei $I_2 = \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{1 - \sin\psi'}{e}$ vernachlässigte Glied der genäherten Darstellung von $F(z)$, für $e \operatorname{tng}\psi' = 4$, innerhalb des Intervalls $e = 0$ bis $e = 4$, 1 bis 2 Einheiten der 4. Decimale nicht überschreiten kann. Dieses Glied ist aber gleich

$$\frac{1}{\pi^2} \int_p^\infty \frac{e \cos 2z}{z^4 \sqrt{1 - \frac{e^2}{z^2}}}\, dz \quad \text{wenn } p = e \sec\psi' = \sqrt{4^2 + e^2}$$

und lässt sich genähert berechnen, indem man $\left(1 - \frac{e^2}{z^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$ nach Potenzen von $\frac{e^2}{z^2}$ entwickelt, was hier wegen $p > e$ erlaubt ist. Alsdann ergiebt sich in erster Annäherung:

$$\frac{1}{\pi^2} \int_p^\infty \frac{e \cos 2z}{z^4 \sqrt{1 - \frac{e^2}{z^2}}}\, dz = -\frac{1}{\pi^2} \cdot \frac{e}{2p^4} \cdot \sin 2p$$

und dieser Ausdruck ist sowohl für sehr kleine, als für sehr grosse e sehr klein und erreicht zwischen $e = 0$ und $e = 4$ höchstens 2 Einheiten der 4. Decimale. Ungefähr mit derselben Genauigkeit wird $I(+e)$ für $e = 4$ aus (3) erhalten, und beide Darstellungen zusammengenommen lösen somit die uns vorliegende Aufgabe vollständig, innerhalb der angegebenen Genauigkeitsgrenzen.

Die folgende Intensitätstabelle ist nach diesen beiden Formeln berechnet und zwar von $e = 0$ bis $e = 4$ nach (4) und von da ab nach (3). Um daraus für irgend ein e den entsprechenden Abstand ε in Secunden zu erhalten, hat man e durch $\frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \sin 1''$ zu dividiren, oder für eine Objectivöffnung $2R = 100^{mm}$, nahe gleich 4 P. Zoll, und $\lambda = 0{,}000\,580^{mm}$ mit der Zahl 0,381 zu multipliciren.

Die nach beiden Formeln erhaltenen Werthe schliessen sich, wie man sieht, sehr gut an einander an. Insbesondere erhält man noch:

	$I(+e)$ nach (4)	$I(+e)$ nach (3)
für $e = 3,0$	0,0630	0,0631
» $= 4,0$	0,0528	0,0532
» $= 5,0$	0,0412	0,0410

Intensitätstabelle für eine geradlinig begrenzte Scheibe.

$$I(-e) = 1 - I(+e).$$

e	$I(+e)$	e	$I(+e)$
0,0	0,5000	3,1	0,0615
0,1	0,4730	3,2	0,0602
0,2	0,4461	3,3	0,0591
0,3	0,4195	3,4	0,0581
0,4	0,3934	3,5	0,0572
0,5	0,3678	3,6	0,0564
0,6	0,3428	3,7	0,0556
0,7	0,3187	3,8	0,0547
0,8	0,2955	3,9	0,0538
0,9	0,2732	4,0	0,0528
1,0	0,2521	4,2	0,0506
1,1	0,2321	4,4	0,0484
1,2	0,2132	4,6	0,0459
1,3	0,1956	4,8	0,0434
1,4	0,1793	5,0	0,0410
1,5	0,1642	5,2	0,0389
1,6	0,1504	5,4	0,0369
1,7	0,1379	5,6	0,0353
1,8	0,1265	5,8	0,0339
1,9	0,1163	6,0	0,0328
2,0	0,1073	6,2	0,0319
2,1	0,0993	6,4	0,0311
2,2	0,0923	6,6	0,0305
2,3	0,0862	6,8	0,0299
2,4	0,0810	7,0	0,0293
2,5	0,0765	7,4	0,0280
2,6	0,0728	7,8	0,0264
2,7	0,0696	8,2	0,0248
2,8	0,0670	8,6	0,0233
2,9	0,0648	9,0	0,0222
3,0	0,0630	9,4	0,0213

e	$I(+e)$	e	$I(+e)$
9,8	0,0206	12,6	0,0160
10,2	0,0200	13,0	0,0156
10,6	0,0194	13,4	0,0152
11,0	0,0186	13,8	0,0148
11,4	0,0178	14,2	0,0143
11,8	0,0170	14,6	0,0139
12,2	0,0164	15,0	0,0135

Für den hier betrachteten Fall einer geradlinig begrenzten Lichtscheibe hat bereits Schwerd, wie Eingangs erwähnt, eine kleine Tabelle berechnet (Tab. XVI. § 229), die ich hier mit den entsprechenden Werthen aus meiner Tabelle zusammenstellen will.

Verwandelt man die Abstände, welche bei Schwerd in Abscissengraden ausgedrückt sind, in Bögen, so ergiebt sich:

	$I(+e)$	
	nach Schwerd.	nach obiger Tabelle.
für $e = 0$	0,500	0,500
$= 0,7854$	0,295	0,299
$= 1,5708$	0,146	0,154
$= 2,3562$	0,075	0,081
$= 3,1416$	0,050	0,061
$= 3,9270$	0,040	0,053

In unmittelbarer Nähe des geometrischen Randes ist somit die Uebereinstimmung noch eine leidliche. Die Abweichungen werden aber grösser und wachsen in demselben Sinne, je weiter man sich vom geometrischen Rande entfernt. Dies erklärt sich vollkommen, sobald man annimmt, dass die Schwerd'schen Zahlen durch mechanische Quadratur erhalten worden sind (über die Art der Berechnung finden sich keine Angaben, ebenso wenig bei Herrn André) und damit würde es sich auch erklären, warum Schwerd seiner Tafel so enge Grenzen gesetzt hat. Hinsichtlich der André'schen Tabelle (a. a. O. Table F pg. 313) bemerke ich nur noch, dass letztere, obwohl auf 4 Decimalen angegeben und bis zum Werthe $e = \pm 13$ fortgeführt, selbst für kleine Werthe von e stärker von der Wahrheit abweicht als die Schwerd'sche, und für $e > 2$ nicht einmal ein genähertes Bild giebt von der Lichtvertheilung in der Focalebene. Ebenso wenig kann ich die von Herrn André für eine ringförmige Oeffnung $\left(p = \frac{1}{2}\right)$ angegebene Tafel (a. a. O. Table H pg. 335) als befriedigend anerkennen und muss demnach alle auf diese Tafeln gegründeten Schlussfolgerungen als unzutreffend bezeichnen.

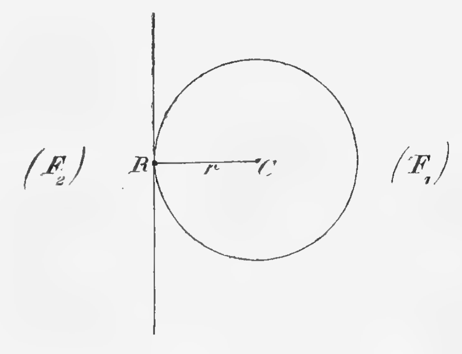
Capitel IV.

Untersuchung für kreisförmige Lichtscheiben.

Ungleich schwieriger, als die Untersuchung der Lichtvertheilung an einer geradlinig begrenzten, sich ins Unendliche erstreckenden Scheibe ist die Verallgemeinerung dieser Aufgabe auf kreisförmige Lichtscheiben und zwar nicht sowohl für Punkte in grösserer Entfernung vom geometrischen Rande, wo wiederum leicht zu entwickelnde Näherungsausdrücke zum Ziele führen, als vielmehr für die unmittelbare Umgebung des Randes. Indessen ist es von Interesse auch diese Untersuchung durchzuführen, sowohl wegen ihrer Anwendung auf die kleineren Planetenscheiben und auf das Tropfenphänomen bei den Vorübergängen der unteren Planeten vor der Sonne, als auch um die Grenzen kennen zu lernen, innerhalb deren es statthaft ist, die Sonnen-, Mond- und Planetenscheiben hinsichtlich der Beugung als geradlinig begrenzt anzunehmen.

Um wie viel complicirter diese Aufgabe als die vorhergehende ist, übersieht man sogleich, wenn man sie zunächst dahin specialisirt, die Randintensität, bezogen auf diejenige des Centrums, allgemein als Function des Radius der Lichtscheibe ρ zu bestimmen. Es ist klar, dass in diesem Fall das einfache Gesetz, welches bei einer geradlinig begrenzten Scheibe die Intensitäten innerhalb und ausserhalb mit einander verband, nämlich $I(+e) + I(-e) = 1$, nicht mehr gültig ist und dass daher auch die Randintensität im Allgemeinen von $\frac{1}{2}$ verschieden sein wird. Ueber den Verlauf derselben für verschiedene Radien kann man sich indess in folgender Weise ein genähertes Bild machen.

Beziehen wir die Intensitäten im Centrum C und im Rande R zunächst auf die *volle* Intensität als Einheit, so ist klar, dass die erstere stets kleiner sein muss als 1 und die letztere kleiner als $\frac{1}{2}$, da man von der *vollen* resp. der *halben* Intensität die Wirkung der ausserhalb der Kreisscheibe liegenden Flächen $(F_1 + F_2)$ resp. (F_1) zu subtrahiren hat. Für sehr kleine Radien wird aber der Einfluss von $(F_1 + F_2)$ auf C grösser sein, als der Einfluss von (F_1) auf R und daher der Unterschied zwischen der *vollen* Intensität und der Intensität in C grösser sein, als der Unterschied zwischen der *halben* Intensität und derjenigen in R. Erreicht jedoch ρ einen einigermassen ansehnlichen Werth, so wird gerade das Umgekehrte stattfinden. In Folge davon muss die relative Intensität von R gegen C anfangs grösser sein als $\frac{1}{2}$ (für $\rho = 0$ ist sie offenbar gleich 1), mit wachsendem Radius abnehmen und von einer gewissen Grenze an stets kleiner als $\frac{1}{2}$ bleiben und sich diesem Werthe allmälig immer mehr wieder nähern. Hierbei



kann jedoch die relative Randintensität kleine Oscillationen ausführen, indem die Zunahme der Intensität in C mit wachsendem ρ sowohl grösser als kleiner sein kann als die Zunahme der Intensität in R.

Die Intensität im Centrum, in Bruchtheilen der *vollen* Intensität ausgedrückt, ist in der unten folgenden Tafel für $2\,F(r)$ gegeben. Auf dieselbe Einheit bezogen, findet man die Randintensität $I_r(0)$ aus dem Integrale:

$$I_r(0) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} F(z)\cdot d\psi \qquad z = 2r\cos\psi \qquad r = \frac{2\pi}{\lambda} R\cdot\rho$$

dessen Bestimmung, im Fall r sehr klein ist, durch die convergente Entwickelung von $F(z)$ ausgeführt werden kann.

Setzt man nämlich

$$b_n = 2^{2n} a_n \cdot \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2n}\psi\, d\psi = \frac{(2n)!}{(n!)^2}\cdot a_n$$

so wird:

$$(1) \ldots\ldots\ldots I_r(0) = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1}\, b_n \cdot r^{2n} = \frac{r^2}{4} - \frac{3r^4}{32} + \frac{50r^6}{2304} - \cdots\cdots$$

während für die Intensität im Centrum

$$2\,F(r) = 2\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1}\, a_n \cdot r^{2n} = \frac{r^2}{4} - \frac{r^4}{32} + \frac{5r^6}{2304} - \cdots\cdots$$

folgt. Aus beiden ergiebt sich daher die relative Randintensität:

$$I_r'(0) = \frac{I_r(0)}{2\,F(r)} = 1 - \frac{r^2}{4} + \frac{3r^4}{64} - \cdots\cdots$$

die sich jedoch nur für sehr kleine r nach dieser Formel berechnen liesse. Aus den Logarithmen von a_n (pag. 23) findet man ferner diejenigen von b_n folgendermassen:

$\log b_1 = 9{,}3979400_{-10}$	$\log b_6 = 5{,}4581907_{-10}$	$\log b_{11} = 8{,}4917276_{-20}$	$\log b_{16} = 9{,}75219_{-30}$
$\log b_2 = 8{,}9719713$	$\log b_7 = 4{,}2476934$	$\log b_{12} = 6{,}8636962$	$\log b_{17} = 7{,}84262$
$\log b_3 = 8{,}3364875$	$\log b_8 = 2{,}9363635$	$\log b_{13} = 5{,}1716181$	$\log b_{18} = 5{,}8862$
$\log b_4 = 7{,}5215334$	$\log b_9 = 1{,}5345338$	$\log b_{14} = 3{,}4198703$	$\log b_{19} = 3{,}8852$
$\log b_5 = 6{,}5549571$	$\log b_{10} = 0{,}0506483$	$\log b_{15} = 1{,}6122724$	

Da die Coefficienten b_n eine langsamer abnehmende Reihe bilden als die a_n, so kann man auf diesem Wege nicht gut weiter als bis $r = 3$ oder höchstens 4 gehen. Für grössere Werthe von r wird es deshalb nöthig, $I_r(0)$ in zwei Theile zu zerlegen:

$$I_r(0) = I_1 + I_2 = \frac{2}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}-\psi'}^{\frac{\pi}{2}} F(z)\cdot d\psi + \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}-\psi'} F(z)\cdot d\psi$$

und den Winkel ψ' so gross anzunehmen, dass man innerhalb des Intervalls 0 bis $\frac{\pi}{2}-\psi'$ $F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\cdot\frac{1}{2r\cos\psi}$ setzen kann, während man den Werth für das andere Intervall durch die convergente Entwickelung ermittelt. Alsdann erhält man:

$$\left.\begin{aligned} I_1 &= \sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}c_n\cdot r^{2n} \qquad c_n = 2^{2n}a_n\cdot\frac{2}{\pi}\int_0^{\psi'}\sin^{2n}\psi\,d\psi \\ I_2 &= \frac{2}{\pi}\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\psi'}{2}-\frac{1}{2\pi r}\int_0^{\frac{\pi}{2}-\psi'}\sec\psi\,d\psi\right) = \frac{1}{2}-\frac{\psi'}{\pi}-\frac{1}{\pi^2 r}\cdot\operatorname{lgnat}\left(\operatorname{ctg}\frac{\psi'}{2}\right)\end{aligned}\right\}\cdots\cdots (2)$$

Wählt man ψ' so, dass $2r\sin\psi' = 4$ ist, so ist, wie wir bereits im vorigen Capitel sahen, die Darstellung von I_2 auf wenige Einheiten der 4[ten] Decimale sicher. Die Hauptschwierigkeit liegt alsdann in der numerischen Bestimmung von c_n, welche namentlich für Mittelwerthe von r, die nur wenig grösser sind als 2, sehr unbequem wird und nicht anders als durch eine strenge Rechnung nach der für $\int_0^{\psi'}\sin^{2n}\psi\,d\psi$ geltenden Sinusreihe durchgeführt werden kann. Für grössere Werthe von r und dementsprechend kleinere Winkel ψ', kann man sich indess dadurch helfen, dass man das Integral $\int_0^{\psi'}\sin^{2n}\psi\,d\psi$, welches von der $2n+1$[ten] Ordnung sein muss, in eine nach Potenzen von ψ' fortschreitende semiconvergente Reihe entwickelt, zu welcher man am einfachsten gelangt, wenn man von dem unendlichen Produkt für $\sin x$ ausgeht und $\sin^{2n}x$ in die Form $e^{\lg\sin^{2n}x}$ bringt. Die Coefficienten der Reihe drücken sich alsdann als rationale Funktionen der Bernoullischen Zahlen aus und man erhält:

$$\sin^{2n}\psi = \psi^{2n} - \frac{n}{3}\psi^{2n+2} + \frac{(5n-1)n}{90}\psi^{2n+4} - \cdots\cdots$$

und folglich

$$c_n = 2^{2n}a_n\cdot\frac{2}{\pi}\left\{\frac{\psi'^{2n+1}}{2n+1} - \frac{n}{3}\cdot\frac{\psi'^{2n+3}}{2n+3} + \frac{(5n-1)n}{90}\cdot\frac{\psi'^{2n+5}}{2n+5} - \cdots\cdots\right\}$$

Ist r sehr gross, so nehmen die Coefficienten c_n so rasch ab, dass wenige Glieder der Reihe für I_1 ausreichen, um diesen Theil auf 4 Decimalen genau zu erhalten; zugleich hat man alsdann genähert:

$$c_n = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{2^{4n+1}}{2n+1} a_n \cdot r^{-(2n+1)} \qquad I_1 = \frac{2}{\pi} r^{-1} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{2^{4n+1}}{2n+1} a_n$$

und damit die Beziehung: $I_1(mr) = \frac{I_1(r)}{m}$; es genügt deshalb I_1 für einen einzigen grösseren Werth r streng zu berechnen. Für Mittelwerthe von r bleibt aber die Bestimmung der Randintensität immerhin eine recht mühsälige Aufgabe und dies scheint in der Natur aller hier betrachteten und überhaupt sehr vieler transcendenter Functionen zu liegen, welche in der Nähe der Grenzen 0 und ∞ entweder durch convergente oder durch semiconvergente Reihen darstellbar sind, innerhalb eines bestimmten Spielraums aber, wo die convergenten Reihen anfangs divergiren, und die semiconvergenten Reihen noch unbrauchbar sind, grosse Schwierigkeiten der numerischen Berechnung verursachen.

Die folgende Tafel ist von $r = 0$ bis $r = 4$ nach (1) und von $r=4$ an nach (2) berechnet. Für $r = 4$ erhalte ich nach (1) $I_r(0) = 0{,}3873$, während aus (2) in naher Uebereinstimmung $I_r(0) = 0{,}3880$ folgt.

Die erste Columne giebt die Intensität im Centrum, die zweite die Randintensität, beide bezogen auf die *volle* Intensität als Einheit; die dritte die relative Randintensität, bezogen auf das Centrum, durch Division mit den entsprechenden Werthen von $2F(r)$.

Tabelle für die Intensität im Centrum und die Randintensität an kreisförmigen Scheiben.

$$r = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \rho$$

r	$2F(r)$	$I_r(0)$	$I'_r(0)$
0,0	0,0000	0,0000	1,0000
0,5	0,0606	0,0570	0,9404
1,0	0,2208	0,1750	0,7923
1,5	0,4267	0,2673	0,6265
2,0	0,6173	0,3122	0,5057
2,5	0,7506	0,3378	0,4500
3,0	0,8174	0,3600	0,4404
3,5	0,8366	0,3762	0,4496
4,0	0,8379	0,3873	0,4622
6,0	0,9008	0,4188	0,4649
8,0	0,9155	0,4363	0,4765
10,0	0,9378	0,4460	0,4755
12,0	0,9479	0,4535	0,4785
16,0	0,9612	0,4633	0,4820
20,0	0,9676	0,4695	0,4853

r	$2F(r)$	$I_r(0)$	$I'_r(0)$
50,0	0,9874	0,4859	0,4920
100,0	0,9937	0,4923	0,4955
200,0	0,9968	0,4958	0,4974
1000,0	0,9994	0,4990	0,4993
2000,0	0,9997	0,4995	0,4996

Bei einer Objectivöffnung von 4 P. Zoll und gelbem Licht erhält man daraus wiederum den einem jeden r entsprechenden Werth des Radius ρ in Secunden durch Multiplication von r mit beiläufig 0,4. Unter solchen Verhältnissen ist für den Sonnen- und Mondradius $r > 2000$ und beträgt demnach die Abweichung der Randintensität vom Werthe $\frac{1}{2}$ nur wenige Einheiten der 4ten Decimale. Wie sich später herausstellen wird, sind die Unterschiede zwischen den Intensitäten an einer Scheibe vom Radius ρ (r gross vorausgesetzt) und den entsprechenden Intensitäten an einer geradlinig begrenzten Scheibe, im geometrischen Rande gerade am grössten und nehmen von dort nach beiden Seiten hin langsam ab. In Folge dessen sind wir berechtigt, bis auf wenige Einheiten der 4ten Decimale, den Sonnen- und Mondradius als unendlich gross anzusehen. Für die Venusscheibe, deren Halbmesser im Maximum, beim Vorübergange vor der Sonne, ungefähr 30″ beträgt, können aber die Abweichungen von den entsprechenden Intensitäten für $r = \infty$ noch eine Einheit der 2ten Decimale ausmachen und für die Mercursscheibe natürlich noch mehr.

Bezeichnen wir mit α die Entfernung eines Punkts P vom Centrum der Kreisscheibe und rechnen den Winkel ψ von der Linie zum Centrum aus, so wird die Entfernung des Punkts P von einem Punkte der Peripherie durch:

$$\rho = \alpha \cos \psi \pm \sqrt{\rho^2 - \alpha^2 \sin^2\psi} \quad \text{oder:}$$

$$z = a \cos \psi \pm \sqrt{r^2 - a^2 \sin^2\psi}$$

bestimmt. Ist ferner ψ_0 der Winkel, den die aus P gezogene Tangente (im Fall P *ausserhalb* liegt) mit der Linie zum Centrum bildet und ε wieder die Entfernung vom nächsten Rande, so ist:

$$\sin \psi_0 = \frac{\rho}{\alpha} = \frac{r}{a} \qquad e = \pm (a - r)$$

Hiernach bestimmt sich die Intensität von P, bezogen auf die *volle* Intensität, je nachdem P *ausserhalb* oder *innerhalb* liegt, aus den Integralen:

(3) ....

$$\begin{cases} I(+e) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\psi_0}\left(F(z_2) - F(z_1)\right) d\psi \\ I(-e) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left(F(z_2) + F(z_1)\right) d\psi \end{cases}$$

worin:

$$z_1 = \pm\,(a\cos\psi - \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi})$$

$$z_2 = \quad a\cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}$$

Betrachten wir zunächst wieder den Fall, wo P in so grosser Entfernung vom Rande liegt, dass ohne merklichen Fehler $F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi z}$ gesetzt werden darf, so wird:

$$I(+e) = \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\psi_0}\left(\frac{1}{a\cos\psi - \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}} - \frac{1}{a\cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}}\right) d\psi$$

$$I(-e) = 1 - \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left(\frac{1}{-a\cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}} + \frac{1}{a\cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}}\right) d\psi$$

oder wegen $(a\cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi})\,(a\cos\psi - \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}) = a^2 - r^2$

$$I(+e) = \frac{4}{\pi^2}\int_0^{\psi_0}\frac{\sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}}{a^2 - r^2}\,d\psi \qquad r < a$$

$$I(-e) = 1 - \frac{4}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sqrt{r^2 - a^2\sin^2\psi}}{r^2 - a^2}\,d\psi \qquad r > a$$

Das erste Integral kann durch die Substitution $a \sin\psi = r \sin\varphi$ auf die vollständigen elliptischen Integrale 1ter und 2ter Gattung K und E reducirt werden, während das zweite, wegen $r > a$ bereits in der Normalform E erscheint. Dadurch erhält man:

$$\left.\begin{aligned} I(+e) &= \frac{4}{\pi^2}\cdot\frac{1}{a(1-k^2)}\left\{E-(1-k^2)K\right\} \qquad \mod k = \frac{r}{a} \\ I(-e) &= 1-\frac{4}{\pi^2}\cdot\frac{1}{r(1-k^2)}\cdot E \qquad \mod k = \frac{a}{r} \end{aligned}\right\} \dots\dots\dots (4)$$

Die Integrale E und $E-(1-k^2)K$ lassen bekanntlich eine einfache geometrische Deutung zu. Bezeichnet nämlich k die numerische Excentricität einer Curve 2ten Grades, resp. deren reciproken Werth, so stellt E die Länge eines Ellipsenquadranten, bezogen auf die grosse Halbaxe als Einheit dar, während $\frac{E-(1-k^2)K}{k}$ die Längendifferenz zwischen einem in's Unendliche fortgesetzten Hyperbelzweige und der zugehörigen Asymptote, bezogen auf die reelle Halbachse als Einheit, bedeutet.

Für $r = \infty$ mithin $k = 1$ und $E = 1$ reduciren sich die Ausdrücke in (4) auf die einfacheren des vorigen Capitels. Für $r = e$ ist ferner genähert:

$$E-(1-k^2)K = \frac{\pi}{2}\cdot\frac{k^2}{2} = \frac{\pi}{16}$$

und daher

$$I(+r) = \frac{1}{6\pi r}$$

$$I(-r) = 2F(r) = 1-\frac{2}{\pi}\cdot\frac{1}{r}$$

Die Intensität im Abstande r ausserhalb der Scheibe ist deshalb genähert der zwölfte Theil der Differenz zwischen der *vollen* Intensität und der Intensität im Centrum.

In ähnlicher Weise wie im vorigen Capitel würden sich auch die folgenden Glieder der semiconvergenten Reihe für $F(z)$ in Rechnung bringen lassen; doch nehmen hier naturgemäss die Formeln eine complicirtere Gestalt an. Die Glieder, zu denen man gelangt, bleiben ferner von derselben Ordnung wie die entsprechenden für $r = \infty$, sind also immer sehr klein gegen das erste Glied, sobald e einen einigermassen ansehnlichen Werth erlangt. Ich übergehe deshalb diese etwas weitläufige Untersuchung und bemerke nur, dass im Fall r sehr gross ist, wie wir sogleich sehen werden, $z = e_1 \sec\psi$ näherungsweise gesetzt werden darf, wodurch man an Stelle von (4) genauer:

$$
(5)\ldots\left\{\begin{aligned}
I(+e) &= \frac{2}{\pi^2}\cdot\frac{E-(1-k^2)K}{e_1} - \frac{1}{2\pi^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{\cos\left(2e_1+\frac{\pi}{4}\right)}{e_1^{\frac{5}{2}}} & e_1 &= \frac{a(1-k^2)}{2} & k &= \frac{r}{a}\\
I(-e) &= 1-\frac{2}{\pi^2}\cdot\frac{E}{e_1}+\frac{k^{\frac{5}{2}}}{2\pi^{\frac{3}{2}}}\cdot\frac{\cos\left(2\frac{e_1}{k}+\frac{\pi}{4}\right)}{e_1^{\frac{5}{2}}} & e_1 &= \frac{r(1-k^2)}{2} & k &= \frac{a}{r}
\end{aligned}\right.
$$

erhält.

Wie schon bemerkt, ist die Untersuchung für die unmittelbare Umgebung des geometrischen Randes erheblich grösseren Schwierigkeiten unterworfen. Allgemeinere Rechnungsvorschriften lassen sich in diesem Falle nicht geben und man wird, je nach den Werthen, welche e und r besitzen, bald den einen, bald den andern Weg zur Ermittelung der Integrale (3) einzuschlagen haben. Wir wollen hier zwei Fälle etwas näher in's Auge fassen, aus denen die Behandlung der übrigen sich dann von selbst ergiebt, nämlich diejenigen, wo r entweder sehr klein oder sehr gross ist.

Ist r sehr klein, so erhält man aus der convergenten Reihe für $F(z)$:

$$I(+e) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\psi_0}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}a_n\left\{(a\cos\psi+\sqrt{r^2-a^2\sin^2\psi})^{2n}-(a\cos\psi-\sqrt{r^2-a^2\sin^2\psi})^{2n}\right\}d\psi$$

$$I(-e) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}a_n\left\{(a\cos\psi+\sqrt{r^2-a^2\sin^2\psi})^{2n}+(a\cos\psi-\sqrt{r^2-a^2\sin^2\psi})^{2n}\right\}d\psi$$

oder, wenn man an Stelle von $\sin\psi$ im ersten Integrale $\frac{r}{a}\sin\psi$ setzt und zur Abkürzung die Bezeichnungen

$$\Delta\psi = \sqrt{1-k^2\sin^2\psi}$$

$$
\left.\begin{aligned}
A_1^{(n)} &= a^{2n}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\Delta\psi-k\cos\psi)^{2n}\cdot\frac{k\cos\psi}{\Delta\psi}\,d\psi\\
A_2^{(n)} &= a^{2n}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\Delta\psi+k\cos\psi)^{2n}\cdot\frac{k\cos\psi}{\Delta\psi}\,d\psi
\end{aligned}\right\}\quad k=\frac{r}{a}
$$

$$
\left.\begin{aligned}
B_1^{(n)} &= r^{2n}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\Delta\psi-k\cos\psi)^{2n}\,d\psi\\
B_2^{(n)} &= r^{2n}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\Delta\psi+k\cos\psi)^{2n}\,d\psi
\end{aligned}\right\}\quad k=\frac{a}{r}
$$

einführt:

$$\left.\begin{aligned} I(+e) &= \frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}a_n(A_2^{(n)} - A_1^{(n)}) \\ I(-e) &= \frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}a_n(B_2^{(n)} + B_1^{(n)}) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (6)$$

Die Integrale $A^{(n)}$ und $B^{(n)}$ lassen sich auf cyclometrische Functionen von $k_1 = \sqrt{1-k^2}$ zurückführen und man erhält im Einzelnen:

$$A_1^{(1)} = a^2\,(kk_1 - k^2 \arcsin k_1)$$

$$B_1^{(1)} = r^2\,(\arcsin k_1 - kk_1)$$

$$A_1^{(2)} = a^4\left(kk_1(1+2k^2) - k^2(k^2+2)\arcsin k_1\right)$$

u. s. f.

Indess würde es schwierig sein auf diesem Wege ein allgemeineres Bildungsgesetz zu erkennen. Man kann jedoch die Integrale $A^{(n)}$ und $B^{(n)}$ auf eine elegantere und zur numerischen Berechnung brauchbarere Form bringen, wenn man sie zunächst durch die Landensche Substitution

$$\sin(2\vartheta - \psi) = k \sin\psi$$

transformirt. Alsdann wird:

$$\cos\psi = \frac{k + \cos 2\vartheta}{\sqrt{1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2}} \qquad \Delta\psi = \frac{1 + k\cos 2\vartheta}{\sqrt{1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2}}$$

$$\Delta\psi - k\cos\psi = \frac{k_1^2}{\sqrt{1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2}} \qquad \Delta\psi + k\cos\psi = \sqrt{1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2}$$

$$\frac{d\psi}{\Delta\psi} = \frac{2d\vartheta}{\sqrt{1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2}}$$

und damit

$$A_1^{(n)} = 2\,(ak_1^2)^{2n}\int_0^{\cos 2\vartheta = -k} \frac{k\cos 2\vartheta + k^2}{(1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2)^{n+1}}\,d\vartheta$$

$$A_2^{(n)} = 2\,a^{2n}\int_0^{\cos 2\vartheta = -k} (k\cos 2\vartheta + k^2)\,(1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2)^{n-1}\,d\vartheta$$

$$B_1^{(n)} = 2\,(rk_1^2)^{2n} \int_0^{\cos 2\vartheta = -k} \frac{1 + k\cos 2\vartheta}{(1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2)^{n+1}}\, d\vartheta$$

$$B_2^{(n)} = 2\,r^{2n} \int_0^{\cos 2\vartheta = -k} (1 + k\cos 2\vartheta)\,(1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2)^{n-1}\, d\vartheta.$$

Substituirt man ferner

$$\frac{1}{x} = 1 + 2k\cos 2\vartheta + k^2$$

und setzt $R = (2kx \sin 2\vartheta)^2 = -1 + 2\,(1 + k^2)\,x - k_1^4\,x^2$, so gehen diese Ausdrücke in die folgenden über:

$$A_1^{(n)} = \frac{(ak_1^2)^{2n}}{2} \int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{1 - k_1^2 x}{\sqrt{R}}\, x^{n-1}\, dx$$

$$A_2^{(n)} = \frac{a^{2n}}{2} \int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{1 - k_1^2 x}{\sqrt{R}}\, x^{-n-1}\, dx$$

$$B_1^{(n)} = \frac{(r\,k_1^2)^{2n}}{2} \int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{1 + k_1^2 x}{\sqrt{R}}\, x^{n-1}\, dx$$

$$B_2^{(n)} = \frac{r^{2n}}{2} \int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{1 + k_1^2 x}{\sqrt{R}}\, x^{-n-1}\, dx$$

welche durch bekannte Recursionsformeln ermittelt werden können.

Insbesondere erhält man:

$$\left[x^n \sqrt{R}\right]_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} = \frac{2k}{k_1^{2n+1}}$$

$$\int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{dx}{\sqrt{R}} = \frac{arc \sin k_1}{k_1^2} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{2}\frac{k_1}{3} + \frac{3}{8}\frac{k_1^3}{5} + \cdots\cdots$$

und daraus allgemein

$$mk_1^4 \int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{x^m dx}{\sqrt{R}} = -\frac{2k}{k_1^{2m-1}} + (2m-1)(1+k^2)\int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{x^{m-1}dx}{\sqrt{R}} - (m-1)\int_{\left(\frac{1}{1+k}\right)^2}^{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2} \frac{x^{m-2}dx}{\sqrt{R}}.$$

Aus der geometrischen Bedeutung der Integrale $A^{(n)}$ $B^{(n)}$ folgt, dass $A_1^{(n)} < A_2^{(n)}$, $B_1^{(n)} < B_2^{(n)}$, ferner, dass dieselben um so kleinere Werthe haben, je kleiner r und e sind. Während aber $A_1^{(n)}$ $B_1^{(n)}$ mit wachsendem r nur langsam zunehmen, wachsen $A_2^{(n)}$ $B_2^{(n)}$ so rasch, dass schon für r grösser als 3 oder 4 die Berechnung derselben nach den obigen Formeln fast unausführbar erscheint. Sobald jedoch r oder vielmehr die Länge der Tangente $\sqrt{a^2-r^2}$ einen einigermassen beträchtlichen Werth (z. B. > 3) besitzt, kann das Integral $\int F(z_2) d\psi$, welches über den äusseren Bogen (QTS) (siehe die Figur unten) zu erstrecken ist, mit hinreichender Genauigkeit durch den Näherungswerth $F(z) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi z}$ erhalten werden, während $\int F(z_1)\, d\psi$, über den Bogen (QRS) erstreckt, nach wie vor aus $A_1^{(n)}$ bestimmt werden kann. Analoges gilt, wenn P innerhalb liegt. Wegen

$$\frac{2}{\pi}\int_0^{\psi_0} F(z_2)\, d\psi = \frac{\psi_0}{\pi} - \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\psi_0} \frac{d\psi}{a \cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2 \sin^2\psi}} = \frac{\psi_0}{\pi} - \frac{2}{\pi^2}\frac{1}{a(1-k^2)}\left\{k - (E - (1-k^2)K)\right\}$$

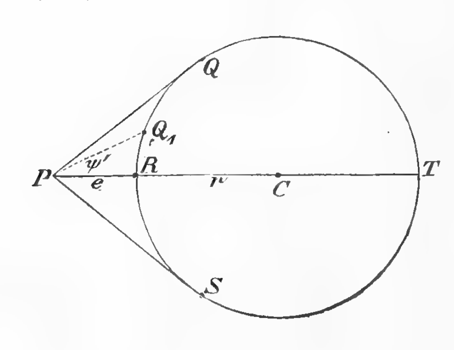
$$\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} F(z_2)\, d\psi = \frac{1}{2} - \frac{2}{\pi^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{a \cos\psi + \sqrt{r^2 - a^2 \sin^2\psi}} = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi^2}\cdot\frac{1}{r(1-k^2)}\left\{k - E\right\}$$

erhält man daher in diesem Fall:

$$(7)\begin{cases} I(+e)=\frac{\psi_0}{\pi}-\frac{2}{\pi^2}\cdot\frac{1}{a(1-k^2)}\left\{k-(E-(1-k^2)K)\right\}-\frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}a_n\cdot A_1^{(n)} \quad \mod k=\frac{r}{a} \\ I(-e)=\frac{1}{2}+\frac{2}{\pi^2}\cdot\frac{1}{r(1-k^2)}\left\{k-E\right\}+\frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n-1}a_n\cdot B_1^{(n)} \quad \mod k=\frac{a}{r} \end{cases}$$

Nehmen wir beispielsweise $r=10$ und $e>0{,}5$ an, so wird die Länge $PQ=\sqrt{a^2-r^2}>3$ und man kann dann nach diesen Formeln die Intensitäten jedenfalls auf 3 Decimalen sicher erhalten.

Ist endlich r sehr gross und andererseits e oder k_1 nicht äusserst klein, so wird auch die Berechnung von $\int F(z_1)\,d\psi$ auf dem obigen Wege unbequem und man sieht sich deshalb genöthigt in diesem Fall noch ein besonderes Verfahren einzuschlagen, welches im Wesentlichen darauf hinausläuft das im vorigen Capitel auseinandergesetzte Verfahren zu verallgemeinern. Ich beschränke mich darauf die Entwickelung für $I(+e)$ durchzuführen, indem $I(-e)$ in ganz analoger Weise behandelt werden kann.



Aehnlich wie wir es bei der Untersuchung an einer geradlinig begrenzten Scheibe thaten, wollen wir das über den Bogen (RQ) zu erstreckende Integral $\frac{2}{\pi}\int F(z_1)\,d\psi$ in zwei Theile (RQ_1) und (Q_1Q) zerlegen, und die Lage des Puncts Q_1 zunächst nur dadurch einschränken, dass für den Bogen (Q_1Q) $F(z_1)=\frac{1}{2}-\frac{1}{\pi z_1}$ gesetzt werden darf. Der letztere Theil führt dann auf elliptische Integrale und lässt sich in derselben Weise berechnen, wie das über die äussere Peripherie erstreckte Integral $\frac{2}{\pi}\int F(z_2)\,d\psi$. Es bedarf demnach nur noch der andere Theil einer etwas näheren Erörterung.

Setzt man wie oben $e_1=\frac{a(1-k^2)}{2}$, so lässt sich z_1^{2n} in eine nach den geraden Potenzen von $\frac{e_1}{a}$ fortschreitende Reihe entwickeln, deren erste Glieder

$$z_1^{2n}=(a\cos\psi-\sqrt{r^2-a^2\sin^2\psi})^{2n}$$

$$=e_1^{2n}\sec^{2n}\psi\cdot\left\{1+(n)_1\frac{e_1}{a}\sec^2\psi+\left((n+1)_2+\frac{1}{4}(n)_1\right)\left(\frac{e_1}{a}\right)^2\sec^4\psi+\cdots\cdots\right\}$$

sind. Dieselbe ist convergent, so lange $\frac{2e_1}{a}\sec^2\psi<1$ ist, d. h. so lange ψ kleiner als ψ_0 bleibt. Daraus folgt weiter:

$$F(z_1) = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} a_n e_1^{2n} \sec^{2n}\psi + \frac{1}{a} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} (n)_1 a_n e_1^{2n+1} \sec^{2n+2}\psi$$

$$+ \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \left((n+1)_2 + \tfrac{1}{4}(n)_1\right) a_n e_1^{2n+2} \sec^{2n+4}\psi + \cdots\cdots$$

und durch Integration nach ψ zwischen den Grenzen o und ψ':

$$\int_0^{\psi'} F(z_1)\, d\psi = \sum\nolimits_0 + \frac{1}{a} \cdot \sum\nolimits_1 + \frac{1}{a^2} \cdot \sum\nolimits_2 + \cdots\cdots$$

$$\sum\nolimits_0 = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} a_n e_1^{2n} \cdot \left\{ \operatorname{tng}\psi' + (n-1)_1 \frac{\operatorname{tng}^3\psi'}{3} + \cdots\cdots + \frac{\operatorname{tng}^{2n-1}\psi'}{2n-1} \right\}$$

$$\sum\nolimits_1 = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} (n)_1 a_n e_1^{2n+1} \cdot \left\{ \operatorname{tng}\psi' + (n)_1 \frac{\operatorname{tng}^3\psi'}{3} + \cdots\cdots + \frac{\operatorname{tng}^{2n+1}\psi'}{2n+1} \right\}$$

$$\sum\nolimits_2 = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \left((n+1)_2 + \frac{(n)_1}{4}\right) a_n e^{2n+2} \cdot \left\{ \operatorname{tng}\psi' + (n+1)_1 \frac{\operatorname{tng}^3\psi'}{3} + \cdots\cdots + \frac{\operatorname{tng}^{2n+3}\psi'}{2n+3} \right\}$$

Für $r = a = \infty$ reducirt sich diese Reihe auf das erste Glied, in Uebereinstimmung mit dem im vorigen Capitel abgeleiteten Ausdruck; die folgenden Glieder sind jedenfalls sehr klein gegen das erste, sobald r einen grossen Werth besitzt und können daher als Correctionsglieder angesehen werden.

Bestimmt man nunmehr den Winkel ψ' wieder in der Weise, dass

$$e_1 \operatorname{tng}\psi' = 4$$

ist und entwickelt jedes Glied nach Potenzen von e_1, so erhält man:

$$\int_0^{\psi'} F(z_1)\, d\psi = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} A_n \cdot e_1^{2n-1} + \frac{1}{a} \cdot \sum\nolimits_1 + \frac{1}{a^2} \cdot \sum\nolimits_2$$

wo die Coefficienten A_n schon auf pag. 33 gegeben sind und die Coefficienten der Correctionsglieder sich in der nämlichen Weise berechnen lassen. Man kann aber auch die Grössen $\sum_0 \sum_1 \sum_2$

ein für alle Mal in eine Tafel mit dem Argument e_1 bringen, mit deren Hülfe die Berechnung von $\int_0^{\psi'} F(z_1)\, d\psi$ sehr einfach wird.

$e_1 \operatorname{tng} \psi' = 4$

e_1	$2\Sigma_0$	$2\Sigma_1$	$2\Sigma_2$
0,1	+0,0618	+0,641	+0,725
0,2	0,1233	0,647	0,405
0,3	0,1839	0,657	0,319
0,4	0,2432	0,670	0,294
0,5	0,3009	0,685	0,291
0,6	0,3566	0,703	0,313
0,7	0,4099	0,722	0,340
0,8	0,4606	0,740	0,374
0,9	0,5083	0,757	0,413
1,0	0,5529	0,772	0,456
1,1	0,5941		
1,2	0,6318	0,792	0,526
1,3	0,6660		
1,4	0,6964	0,793	0,579
1,5	0,7231		
1,6	0,7462	0,770	0,598
1,7	0,7657		
1,8	0,7817	0,724	0,578
1,9	0,7943		
2,0	0,8037	0,655	0,529
2,1	0,8101		
2,2	0,8138	0,570	0,450
2,3	0,8148		
2,4	0,8136	0,473	0,419
2,5	0,8103		
2,6	0,8052	0,373	0,438
2,7	0,7985		
2,8	0,7905	0,298	0,516
2,9	0,7815		
3,0	0,7717	0,241	0,713
3,1	0,7613		
3,2	0,7504	0,216	1,026
3,3	0,7393		
3,4	0,7282	0,251	1,424
3,5	0,7171		
3,6	0,7062	0,301	1,850
3,7	0,6956		
3,8	0,6854	0,369	2,220
3,9	0,6755		
4,0	0,6661	0,453	2,578

Ausserdem habe ich noch für die Argumente 0,1 bis 3,0 eine entsprechende Tafel unter der Voraussetzung:

$$e_1 \operatorname{tng} \psi' = 2$$

abgeleitet.

e_1	$2\Sigma_0$	$2\Sigma_1$	$2\Sigma_2$
0,1	+0,0428	+0,369	+6,694
0,2	0,0854	0,377	3,404
0,3	0,1273	0,390	2,336
0,4	0,1683	0,407	1,825
0,5	0,2080	0,428	1,538
0,6	0.2463	0,452	1,365
0,7	0,2828	0,478	1,250
0,8	0,3174	0,505	1,184
0,9	0,3498	0,532	1,140
1,0	0,3799	0,558	1,107
1,1	0,4076		
1,2	0,4326	0,602	1,070
1,3	0,4549		
1,4	0,4745	0,629	0,992
1,5	0,4914		
1,6	0,5057	0,633	0,874
1,7	0,5172		
1,8	0,5261	0,612	0,699
1,9	0,5325		
2,0	0,5367	0,564	0,454
2,1	0,5386		
2,2	0,5385	0,498	+0,157
2,3	0,5364		
2,4	0,5328	0,415	—0,165
2,5	0,5276		
2,6	0,5211	0,318	0,458
2,7	0,5134		
2,8	0,5049	0,223	0,658
2,9	0,4957		
3,0	0,4860	0,138	—0,792

Die Anwendung der ersteren Tafel ist offenbar genauer, weil der Integralwerth für das Intervall ψ' bis ψ_0 unter der Annahme $e_1 \operatorname{tng} \psi' = 4$ schärfer durch die Näherungsformel bestimmt wird. Andererseits lässt sie sich nicht in so ausgedehntem Maasse benutzen als die zweite, weil sie erst für grössere Abstände e brauchbar wird. Offenbar ist nämlich die Anwendbarkeit dieser Methode an die Bedingung $\psi' < \psi_0$ oder $\sin \psi' < \frac{r}{a}$ geknüpft, welche für $e_1 \operatorname{tng} \psi' = q$ auch in der Form $q < \frac{rk_1}{2}$ oder genähert in der Form $e > \frac{2q^2}{r}$ geschrieben werden kann. Ist demnach beispielsweise $r = 40$, so muss der Abstand

e grösser als 0,2 sein, wenn die zweite Tafel ($q = 2$) brauchbar sein soll, dagegen grösser als 0,8, damit die erste Tafel ($q = 4$) in Anwendung kommen kann.

Für das Intervall ψ' bis ψ_0 findet man ferner:

$$\int_{\psi'}^{\psi_0} F(z_1)\, d\psi = \frac{\psi_0 - \psi'}{2} - \frac{1}{\pi} \int_{\psi'}^{\psi_0} \frac{d\psi}{a \cos\psi - \sqrt{r^2 - a^2 \sin^2\psi}}$$

$$= \frac{\psi_0 - \psi'}{2} - \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{a(1-k^2)} \left(\sin\psi_0 - \sin\psi' + \int_{\psi'}^{\psi_0} \sqrt{k^2 - \sin^2\psi}\, d\psi \right)$$

und daraus, mit Rücksicht auf den früher gefundenen Werth des Integrals $\int_0^{\psi_0} F(z_2)\, d\psi$:

$$I(+e) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\psi_0} \left(F(z_2) - F(z_1)\right) d\psi$$

$$= \frac{\psi' - 2\left(\sum_0 + \frac{1}{a}\sum_1 + \frac{1}{a_2}\sum_2\right)}{\pi} + \frac{1}{\pi^2} \cdot \frac{1}{e_1} \left\{ 2\int_0^{\psi_0} \sqrt{k^2 - \sin^2\psi}\, d\psi - \int_0^{\psi'} \sqrt{k^2 - \sin^2\psi}\, d\psi - \sin\psi' \right\}.$$

Die in der Klammer auftretenden Integrale berechnen sich nach den Formeln

$$\int_0^{\psi_0} \sqrt{k^2 - \sin^2\psi}\, d\psi = E - k_1^2 K$$

$$\int_0^{\psi'} \sqrt{k^2 - \sin^2\psi}\, d\psi = E(\varphi') - k_1^2\, F(\varphi') \qquad \sin\varphi' = \frac{\sin\psi'}{k}$$

und können daher den Legendre'schen Tafeln entnommen werden. Das zweite lässt sich indess noch bequemer, da k_1 klein ist, aus der Reihe:

$$\sqrt{k^2 - \sin^2\psi} = \cos\psi - \frac{k_1^2}{2} \sec\psi - \frac{k_1^4}{8} \sec^3\psi - \cdots\cdots$$

finden, durch deren Integration, $L = \text{lgnat}\,\text{tng}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\psi'}{2}\right)$ gesetzt,

$$\int_0^{\psi'} \sqrt{k^2 - \sin^2\psi}\, d\psi = \sin\psi' - \frac{k_1^2}{2} L - \frac{k_1^4}{8} \left(L + \frac{\text{tng}\,\psi' \sec\psi'}{2} \right)$$

erhalten wird.

Somit ergiebt sich schliesslich:

$$I(+e) = \frac{\psi' - 2\left(\sum_0 + \frac{1}{a}\sum_1 + \frac{1}{a^2}\sum_2\right)}{\pi}$$

$$- \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{e_1}\left\{\sin\psi' - (E - k_1^2 K) - \frac{k_1^2}{4} L - \frac{k_1^4}{16}\left(L + \frac{\operatorname{tng}\psi' \sec\psi'}{2}\right)\right\} \ldots\ldots\ldots \textbf{(8)}$$

wo $k = \frac{r}{a}$, $e_1 = \frac{a k_1^2}{2}$ und $e_1 \operatorname{tng}\psi'$ den obigen Tafeln für $\sum_0 \sum_1 \sum_2$ entsprechend gleich 4 oder 2 anzunehmen ist.

In der nämlichen Weise findet man für Punkte *innerhalb* der Kreisscheibe:

$$I(-e) = \frac{\pi - \psi' + 2\left(\sum_0 - \frac{1}{a}\sum_1 + \frac{1}{a^2}\sum_2\right)}{\pi} - \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{e_1}\left\{E - \frac{k}{2}\sin\psi' - \frac{1}{2}E(\psi')\right\} \textbf{(8a)}$$

wo $k = \frac{a}{r}$, $e_1 = \frac{r k_1^2}{2}$, $\frac{e_1}{k} \operatorname{tng}\psi'$ gleich 4 oder 2 zu setzen und $\sum_0 \sum_1 \sum_2$ ebenfalls den obigen Tafeln, jedoch mit dem Argument $\frac{e_1}{k}$, zu entnehmen sind.

Stehen Tafeln für die elliptischen Functionen zu Gebote, so macht die Berechnung dieser Ausdrücke keine weiteren Umstände. Am zweckmässigsten scheint mir hier die Benutzung der Legendre'schen Tafeln zu sein, welche die Werthe von E, K, $E(\psi')$, sowie auch von L unmittelbar und mit einer für unsere Zwecke ausreichenden Genauigkeit liefern. Einige Kürzungen, die man sich in der Rechnung erlauben darf, namentlich um $I(+e)$ und $I(-e)$ gleichzeitig für denselben Abstand e zu erhalten, will ich übergehen. Dagegen mag noch eine nicht ganz unwesentliche Bemerkung Platz finden, die sich auf die Intensitäten in unmittelbarer Nähe des Randes einer sehr grossen Kreisscheibe bezieht. Denken wir uns durch den Punkt P, im Abstande e vom Rande, einen concentrischen Kreis gelegt, so können wir die Intensität dieses Punktes gleich setzen der Randintensität einer Scheibe vom Radius $a = e + r$, weniger der Intensität, die von dem zwischen den beiden Kreisen eingeschlossenen Ringe herrührt. Die erstere ist aber sehr nahe gleich der Randintensität für den Radius r, indem $I_r(0)$, wenn r gross ist, nur sehr langsam zunimmt; andererseits ist die Wirkung des Ringes auf P näherungsweise gleich zu setzen der Wirkung des zwischen den beiden Tangenten in P und R befindlichen Parallelstreifens, und zwar offenbar etwas kleiner als diese letztere, für welche wir, dem vorigen Capitel zufolge, die Reihe:

$$0{,}2704 \cdot e - 0{,}0240 \cdot e^3 + \cdots\cdots$$

fanden. Aus beidem folgt somit, dass die Intensität in unmittelbarer Nähe des geometrischen Randes näherungsweise durch die Ausdrücke:

$$I_r(+e) = I_r(0) - (0{,}2704 - c) \cdot e + 0{,}024 \cdot e^3$$
$$I_r(-e) = I_r(0) + (0{,}2704 + c) \cdot e - 0{,}024 \cdot e^3$$

dargestellt werden kann, in welchen $I_r(0)$ die Randintensität für den Radius r, und c einen sehr kleinen positiven Bruch bezeichnet, der um so kleiner ist, je grösser r. Für $r > 50$ und das Intervall $e = 0$ bis $e = 1$ kann $c = 0$ angenommen werden, woraus insbesondere für $r = 50$ und folglich $I_r(0) = 0{,}4859$, sehr genähert:

$$I(\pm e) = 0{,}4859 \mp 0{,}2704 \cdot e \pm 0{,}024 \cdot e^3$$

folgt.

Nach den hier entwickelten Formeln (5) bis (8) sind die beiden folgenden Intensitätstabellen für $r = 50$ und $r = 10$ berechnet. In Betreff der ersteren Tabelle ist noch zu bemerken, dass dieselbe in gleicher Weise wie die Tabelle für $r = \infty$ auf vier Decimalen angegeben ist, obwohl die Unsicherheit hier etwas grösser ist als bei jener. Im Mittel wird jedoch der Fehler weniger als 5 Einheiten der vierten Decimale ausmachen. Mit derselben Genauigkeit die Tafel für $r = 10$ zu berechnen, würde einen ungleich grösseren Rechnungsaufwand erfordern, und ich habe mich deshalb bei der letzteren auf drei Decimalen beschränkt. — Die *volle* Intensität ist überall als Einheit angenommen; will man die Zahlen auf die Intensität im Centrum reduciren, so hat man sie für $r = 50$ durch 0,9874 und für $r = 10$ durch 0,9378 zu dividiren.

Intensitätstabellen für kreisförmige Lichtscheiben.

$$r = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \rho \qquad e = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \varepsilon$$

$r = 50$

e	I(e)	e	I(e)
—50,0	0,9874	— 2,6	0,9166
		2,4	0,9086
7,2	0,9629	2,2	0,8972
6,8	0,9612	2,0	0,8822
6,4	0,9592	1,8	0,8622
6,0	0,9574	1,6	0,8379
5,6	0,9555	1,4	0,8096
5,2	0,9525	1,2	0,7742
4,8	0,9481	1,0	0,7348
4,4	0,9426	0,8	0,6909
4,0	0,9360	0,6	0,6436
3,6	0,9325	0,4	0,5930
3,2	0,9292	0,2	0,5404
— 2,8	0,9227	— 0,0	0,4859

e	$I(e)$	e	$I(e)$
+ 0,0	0,4859	+ 2,8	0,0577
0,2	0,4322	3,2	0,0509
0,4	0,3799	3,6	0,0467
0,6	0,3298	4,0	0,0430
0,8	0,2828	4,4	0,0398
1,0	0,2395	4,8	0,0354
1,2	0,2010	5,2	0,0312
1,4	0,1675	5,6	0,0275
1,6	0,1391	6,0	0,0247
1,8	0,1159	6,4	0,0229
2,0	0,0971	6,8	0,0217
2,2	0,0825	7,2	0,0206
2,4	0,0715		
+ 2,6	0,0635	+ 50,0	0,0011

$r = 10$

e	$I(e)$	e	$I(e)$
−10,0	0,938	+ 0,0	0,446
9,0	0,937	0,2	0,393
8,0	0,935	0,4	0,340
7,2	0,933	0,6	0,293
6,4	0,930	0,8	0,248
5,6	0,925	1,0	0,207
4,8	0,919	1,4	0,140
4,0	0,910	1,8	0,091
3,8	0,907	2,2	0,060
3,4	0,901	2,6	0,042
3,0	0,892	3,0	0,034
2,6	0,882	3,4	0,031
2,2	0,862	3,8	0,028
1,8	0,826	4,0	0,026
1,4	0,772	4,8	0,019
1,0	0,699	5,6	0,015
0,8	0,656	6,4	0,012
0,6	0,607	7,2	0,010
0,4	0,550	8,0	0,008
0,2	0,498	9,0	0,007
− 0,0	0,446	+ 10,0	0,005

Capitel V.

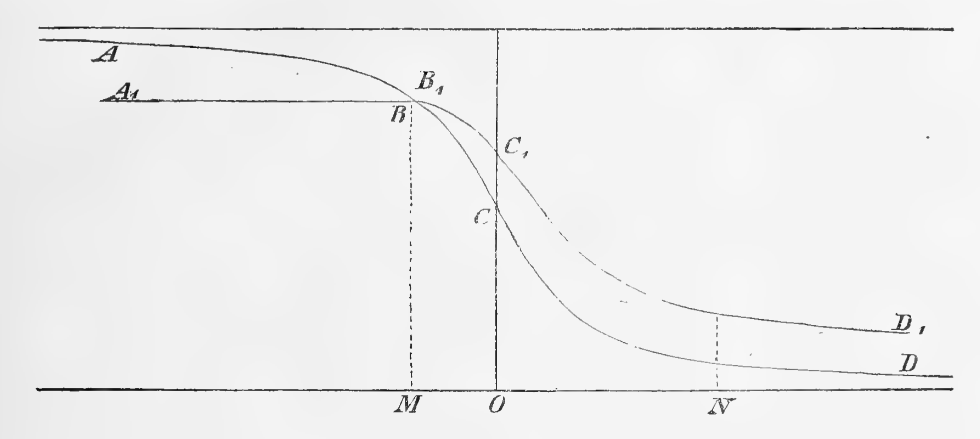
Allgemeinere Bemerkungen.

Die obigen Tabellen können uns unmittelbar nur die Abnahme der objectiven Intensität veranschaulichen, und auch diese selbstverständlich nur insofern, als dieselbe von der *Diffraction* an den Fernröhren allein abhängt. Ueber die subjective Intensität oder Empfindungsstärke lassen sich dagegen keine bestimmteren Angaben machen, weil wir bisher selbst in einfacheren Fällen nur eine sehr unvollkommene Kenntniss über das Verhältniss der letzteren zu der objectiven Intensität besitzen und weil ausserdem dies Verhältniss bei verschiedenen Individuen und zu verschiedenen Zeiten ein sehr verschiedenes sein kann.

Zunächst muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass ein grosser Unterschied besteht zwischen der Grenze der Sichtbarkeit des gebeugten Lichts überhaupt und der scheinbaren Grenze, welche unser Urtheil der Lichtscheibe setzt. Jene wird im Allgemeinen bei helleren Lichtscheiben auf dunklem Grunde sehr weit liegen, diese dagegen viel näher dem geometrischen Rande der Lichtscheibe. Die Intensitätstabellen zeigen uns nämlich, dass das gebeugte Licht in der Nähe des Randes sehr rasch an Intensität verliert, in grösserer Entfernung aber nur langsam asymptotisch abnimmt. Für eine geradlinig begrenzte weisse Scheibe und eine Oeffnung von 4 P. Zoll beträgt beispielsweise die Intensität in einer Entfernung von 1,″6 vom Rande ungefähr $\frac{1}{10}$ der Randintensität und nimmt von dort bis zum Abstande 6″ nur langsam bis $\frac{1}{40}$ ab. An sehr hellen Scheiben auf dunklem Grunde werden aber noch viel kleinere Intensitäten deutlich wahrzunehmen sein und wir können daher annehmen, dass bei solchen nahezu das ganze Gesichtsfeld durch das gebeugte Licht erleuchtet werden wird. Andererseits werden wir die Grenze der Lichtscheibe dorthin versetzen, wo die Intensität aufhört innerhalb kleiner Grenzen merklich für unser Auge zu variiren. Sie wird also jedenfalls in der Nähe des geometrischen Randes liegen, im Uebrigen aber von vielerlei Umständen abhängig sein.

Um das Gesagte noch etwas zu vervollständigen, wollen wir uns den der Intensitätscurve entsprechenden Verlauf der Empfindungsstärke näherungsweise zu construiren suchen, wobei wir von den Contrastwirkungen, welche hier gleichfalls eine nicht unbedeutende Rolle spielen, gänzlich absehen wollen. Die Erfahrung lehrt, dass die Empfindungsstärke E für kleine Intensitäten I denselben nahezu proportional ist, dass für Mittelwerthe von I die Empfindung für hellere Objecte relativ schwächer wird und dass innerhalb gewisser Grenzen das Fechner'sche psychophysische Gesetz gilt, nach welchem die kleinsten wahrnehmbaren Differenzen der Lichtempfindung nahezu constanten Bruchtheilen der objectiven Helligkeit entsprechen. Ueberschreitet ferner die Helligkeit eine bestimmte Grenze, so wird E constant. Hiernach kann man sich ein genähertes Bild von dem Verlauf der Empfindungsstärke machen. Es möge beispielsweise $ABCD$ die Curve der objectiven

Intensität für verschiedene Entfernungen vom geometrischen Rande O einer Kreisscheibe vorstellen; das Maximum der Empfindungsstärke möge innerhalb der geometrischen Begrenzung bei M liegen, sodass wir grössere Intensitäten als MB nicht mehr zu unterscheiden vermögen; alsdann wird die Curve der Empfindungsstärke $E = f(e)$ oder



$A_1 B_1 C_1 D_1$ bis zur Abscisse M geradlinig verlaufen, darauf anfänglich concav, weiterhin convex gegen die Abscissenaxe sein, und für mittlere Intensitäten ein kleineres Gefälle als die Intensitätscurve besitzen. Für kleinere Intensitäten nähert sich ferner I asymptotisch der Abscissenaxe und da für solche E näherungsweise I proportional ist ,so wird die Empfindungsstärke in ihrem weiteren Verlauf wiederum immer mehr und mehr der Abscissenaxe parallel werden, bis schliesslich in grösserer Entfernung vom Rande I so klein ist, dass die Lichtempfindung ganz aufhört und daher E mit der Abscissenaxe zusammenfällt. Dieser Punkt würde die Grenze der Sichtbarkeit des gebeugten Lichts bezeichnen. Die Grenze der scheinbaren Lichtscheibe dagegen werden wir jedenfalls zwischen die Punkte M und N verlegen, wenn wir mit N denjenigen äusseren Punkt bezeichnen, von welchem an das Gefälle der Intensitätscurve so klein geworden ist, dass uns die Curve zwischen engen Grenzen als der Abscissenaxe parallel erscheint. Ausserdem lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diese Grenze näher dem äusseren Punkte N zu liegen kommt, insofern es in dem Bestreben des Beobachters liegen wird, die Grenzen der Lichtscheibe möglichst weit hinauszurücken und er denjenigen Theil der Focalebene, der noch merkliche Intensitätsänderungen innerhalb enger Grenzen aufweist, als zu der Lichtscheibe gehörend rechnen wird.

So viel ist nun unmittelbar einleuchtend, dass die specifische Helligkeit der Lichtscheibe von dem grössten Einfluss, sowohl auf die Lage der Punkte M und N, als auch der Grenze der Sichtbarkeit sein muss; denn steigern wir die Helligkeit, so wachsen alle Ordinaten der Intensitätscurve proportional der Ordinate OC, und die Punkte M und N rücken immer weiter nach rechts. Dasselbe muss natürlich in noch höherem Grade von der Grenze der Sichtbarkeit gelten und es werden deshalb sehr kleine Intensitätsänderungen dieselbe erheblich verschieben können.

Daraus geht zugleich hervor, dass alle Ursachen, welche eine Veränderung der scheinbaren Lichtstärke bewirken können, auch von Bedeutung sind für die Beurtheilung der scheinbaren Durchmesser der Gestirne, und dass eine jede Vergrösserung der scheinbaren Lichtstärke, auch eine Vergrösserung der Durchmesser zur Folge haben wird, vorausgesetzt dass durch dieselbe keine Aenderung im Verlauf der Intensitätscurve entsteht. Je dunkler demnach die angewandten Blendgläser, je stärker die Vergrösserung des Oculars und je undurchsichtiger die Luft ist, um so kleiner werden im Allgemeinen die Durchmesser der Lichtscheiben bestimmt werden. Es lässt sich aber von vornherein nicht sagen, ob durch Verkleinern der Objectivöffnung, eine Verkleinerung oder Vergrösserung der scheinbaren Focalbilder entsteht, weil damit einerseits wohl die Lichtstärke verkleinert, aber andererauch die relative Helligkeit des gebeugten Lichts vergrössert wird.

Bei der Beobachtung von Himmelskörpern mit sichtbaren Scheiben wird im Allgemeinen das in grössere Entfernungen hin gebeugte Licht nicht besonders wahrgenommen, weil es sich mit der Helligkeit des diffusen Himmelslichts vermischt und ausserdem bei kreisförmigen Oeffnungen nach allen Richtungen hin in gleicher Weise ausbreitet. Dass es aber unter Umständen bemerkbar die Intensität des Himmelsgrundes vergrössert, kann wohl keinem Zweifel unterliegen und geht schon daraus hervor, dass bei Heliometern, welche das Licht senkrecht zur Schnittfläche in stärkerem Maasse beugen, als parallel zur Schnittfläche, das gebeugte Licht sofort sichtbar wird.

Die Beurtheilung der Grenzen einer Lichtscheibe wird ebenfalls von der Helligkeit des Gesichtsfeldes abhängen, denn je mehr wir die Helligkeit desselben vergrössern, um so näher an den geometrischen Rand wird der Punkt N rücken, wo die Intensitätsänderung innerhalb kleiner Grenzen nicht mehr merklich ist. In welchem Maasse dies aber geschieht, wird sowohl von der Helligkeit der Lichtscheibe, als auch von der Helligkeit des Hintergrundes abhängen und wir können nur muthmassen, dass die Grenze der Lichtscheibe sich mit der Helligkeit des Hintergrundes am meisten ändert, wenn die letztere sehr klein ist.

Auch die Farbe des Lichts ist von Einfluss auf die scheinbare Grenze der Lichtscheibe. Die Intensitätscurve hat nämlich für verschiedene Farben ein verschiedenes Gefälle und zwar ein um so grösseres Gefälle, je brechbarer das Licht ist; in Folge dessen muss, wie bei allen Beugungserscheinungen, das rothe Licht das brechbarere Blau einschliessen, und man könnte glauben, dass aus diesem Grunde der Saum einer weissen Lichtscheibe röthlich gefärbt erscheinen müsste, vorausgesetzt dass die rothen Strahlen dieselbe absolute Intensität besitzen, wie die blauen. Indessen tritt hier noch eine Complication hinzu durch den Umstand, dass die Empfindungstärke für Licht verschiedener Farbe, eine sehr verschiedene Function der Lichtstärke ist, und dass Blau bereits bei einem viel schwächeren Licht wahrgenommen wird als Roth. Es wird deshalb auch von der Intensität und Zusammensetzung des Lichts selbst abhängen, ob wir das rothe oder das blaue Licht weiter verfolgen können, und ebenso wenig können wir gegenwärtig a priori feststellen, ob wir

durch blaue oder rothe Blendgläser grössere Durchmesser für weisse Lichtscheiben erhalten werden.

Ausser der Diffraction können noch verschiedene andere Ursachen die scheinbare Grösse einer im Fernrohr gesehenen Lichtscheibe verändern und es ist bemerkenswerth, dass alle diese Ursachen auf eine Vergrösserung der Lichtscheibe hinauslaufen. Im Wesentlichen lassen sich dieselben in zwei Gruppen sondern: in solche, welche ebenso wie die Diffraction vom Fernrohrobjective abhängen und die Intensitätsvertheilung in der Focalebene wirklich ändern und ferner in solche, welche lediglich ihren Grund im Auge des Beobachters haben. Zu den ersteren wären namentlich die von der Unvollkommenheit des optischen Apparats herrührenden Verzerrungen, die doppelten und mehrfachen Reflexionen an den Objectivgläsern, sowie die Aberration, Dispersion und eine mangelhafte Centrirung des Objectivs zu zählen, zu den letzteren gehören die sphaerischen, chromatischen und monochromatischen Abweichungen im Auge, deren Wirkung man unter dem Namen Irradiation zusammengefasst hat. Vor der Erfindung der Fernröhre, war die Irradiation die Hauptursache einer Vergrösserung der Scheiben der Gestirne, und da man ihr Wesen nicht genau erkannt hatte, übertrug man später diesen Namen auch auf die Vergrösserung der im Fernrohr gesehenen Scheiben, ohne die objectiven Ursachen dieser Erscheinung von den rein subjectiven zu trennen. Die Folge davon war, dass noch bis vor kurzem sehr unklare Vorstellungen über diesen Gegenstand herrschten und viele Beobachter eine Irradiation auch bei bewaffnetem Auge erkannt zu haben glaubten, während andere die Existenz derselben ganz und gar in Abrede stellten.

Nach den Arbeiten von Helmholtz kann wohl kaum ein Zweifel mehr über das Wesen der Irradiation bestehen und wir wissen jetzt, dass sie namentlich bei unbewaffnetem Auge, sehr starker Beleuchtung und ungenügender Accomodation sich geltend macht, bei guter Accomodation dagegen immer gering bleibt und von manchen Augen gar nicht wahrgenommen werden kann. Muss deshalb die Irradiation an teleskopischen Bildern, wegen der vollkommenen Accomodation, welche durch die Fernröhre hergestellt wird, unter allen Umständen sehr klein sein, so kommen noch zwei andere Umstände hinzu, welche ihren Einfluss auf die Beobachtungen verringern und zwar um so mehr, je stärker die angewandte Vergrösserung ist. Erstlich wird nämlich mit zunehmender Vergrösserung die Helligkeit des Bildes und damit auch die Irradiation verkleinert. Aber selbst wenn wir annehmen wollten, dass die Helligkeit des Bildes für alle Vergrösserungen dieselbe bliebe, so müsste doch der aus der Beobachtung entspringende Fehler sich umgekehrt proportional zur Vergrösserung verhalten, indem der scheinbare Winkeldurchmesser des Bildes durch Irradiation immer um dieselbe Grösse verändert werden würde. Wenn wir deshalb den Einfluss einer Irradiation an Fernröhren auch nicht ganz in Abrede stellen können, und derselbe für manche Augen, welche ungewöhnlich starke chromatische und monochromatische Abweichungen besitzen, in der That vorhanden sein mag, so wird man doch voraussetzen können,

dass derselbe, für die meisten Beobachter wenigstens, unmerklich ist gegenüber den anderen Ursachen, welche eine Vergrösserung des Focalbildes bewirken können.

Von diesen wären namentlich noch die Aberration und Farbenzerstreuung im Objective zu erwähnen, und es unterliegt keinem Zweifel, dass dieselben an den älteren Instrumenten, auch noch nach der Erfindung der achromatischen Fernröhre, sehr bedeutend waren. Seit der hohen Vervollkommnung, welche Fraunhofer den Objectiven gegeben, sind allerdings diese Fehlerquellen mehr in den Hintergrund getreten. Bei einigen Instrumenten machen sie sich aber auch gegenwärtig noch deutlich bemerkbar und mögen unter Umständen noch mehr als die Diffraction zu einer Vergrösserung der Lichtscheiben beitragen.

Aus alledem kann man sich eine Vorstellung machen, wie schwierig es sein muss, durch Messungen an Lichtscheiben einen strengen Vergleich mit der Theorie zu bewerkstelligen. An Lichtpunkten wird derselbe noch ermöglicht durch die Bestimmung der Lage der Intensitäts-Maxima; an Lichtscheiben von merklichem Durchmesser, welche nur eine allmälige Abnahme der Intensität mit sehr kleinen Oscillationen darbieten, steht jedoch ein ähnliches Mittel nicht zu Gebote, da wir diese kleinen Oscillationen gar nicht von einander zu trennen, geschweige denn ihre Lage zu bestimmen im Stande sind. Wollte man ferner eine Vergleichung in der Weise ausführen, dass man verschiedene Diaphragmen vor das Objectiv des Fernrohrs bringt und die so erhaltenen Durchmesserbestimmungen ohne Weiteres mit einander vergleicht, so würde man zu keinem Resultat gelangen, falls man nicht dafür Sorge trägt, die durch das Diaphragma verringerte scheinbare Lichtstärke entweder durch Vergrösserung der wirklichen Lichtstärke oder durch Anwendung verschiedener Blendgläser auf ein und dasselbe Maass zurückzuführen. Aber angenommen auch, dass hierauf Rücksicht genommen wäre, so wird es noch von der Güte des Fernrohrs und verschiedenen anderen Umständen abhängen, ob eine der Theorie entsprechende Abhängigkeit von den Radien der Oeffnungen sich nachweisen lässt, indem die Diaphragmen auf die anderen Vergrösserungsursachen die entgegengesetzte Wirkung ausüben und Objective mit einer beträchtlichen sphaerischen Aberration den Einfluss der Diffraction theilweise verdecken können.

Es kann deshalb nicht Wunder nehmen, wenn verschiedene Versuche eine solche Abhängigkeit der Messungen von den Radien der angewandten Oeffnungen zu constatiren, durchaus missglückten. Dahin gehören beispielsweise die Messungen, welche Arago zu wiederholten Malen an Planetenscheiben theils selbst anstellte, theils auch von Anderen anstellen liess und über die ich einem kleinen bemerkenswerthen Aufsatz von Kaiser[1]) das Folgende entnehme:

«Im Jahre 1853 bestimmten Liouville und Mathieu den Durchmesser der Sonne durch Fadenantritte, vermittelst eines Fernrohrs, bei seiner freien Oeffnung von 100^{mm} und mit

1) Kaiser, Bemerkungen über die scheinbaren Durchmesser von Lichtscheiben in einem Fernrohr etc. Annalen der Sternwarte in Leiden. 3ter Band, pag. 146.

Blendungen vor dem Objective von 60^{mm} und 12^{mm}. Sie fanden, selbst bei so beträchtlichen Verringerungen der Oeffnungen, nicht die mindeste Vergrösserung des Sonnendurchmessers. Die Untersuchungen wurden wiederholt mit einem anderen Fernrohr, mit Oeffnungen von 152^{mm}, 71^{mm}, und 35^{mm} und das Resultat war vollkommen dasselbe. Es waren schon früher von Arago und Laugier, vermittelst eines Doppelbildmicrometers, mit verschiedenen Oeffnungen desselben Fernrohrs, Durchmesser von Fixsternscheibchen gemessen und in guter Uebereinstimmung mit der Theorie gefunden worden. Auch einige Messungen von Planetendurchmessern wurden mit sehr verschiedenen Oeffnungen desselben Fernrohrs ausgeführt und während die Fixsternscheibchen sich mit einer Verringerung der Oeffnung sehr beträchtlich vergrössert zeigten, blieben die Durchmesser der Planeten dieselben und scheinen sie vielmehr mit der Oeffnung des Fernrohrs abzunehmen. Arago schliesst aus diesen Untersuchungen, dass die Durchmesser der Planeten sich durchaus nicht durch die Beugung des Lichts vergrössert in einem Fernrohr zeigen. Arago behauptet nicht, dass dieses Resultat mit der Theorie in Widerspruch sei, aber dass das durch die Beugung verursachte falsche Licht, ausserhalb des wahren Randes eines Planeten, viel zu schwach sei, um sich bemerkbar machen zu können. Damit stimmt aber seine Behauptung, dass die Ränder der Planeten, der Beugung des Lichts wegen, verwaschen werden, wenig überein. Ich glaube, dass es nicht schwierig ist zu zeigen, dass die Durchmesser der Planeten durch die Beugung des Lichts, auch in einem ziemlich grossen Fernrohr, eine nicht unbeträchtliche Vergrösserung erleiden müssen, aber dass diese Vergrösserung sich in den von Arago und auf seine Veranlassung angestellten Messungen nicht bemerkbar machen konnte».

Es könnte hier die Frage aufgeworfen werden, weshalb die Fixsternscheibchen bei einer Verringerung der Objectivöffnung ein anderes Verhalten zeigen, als die Planetenscheiben, und warum jene *anscheinend* eine der Theorie entsprechende Vergrösserung ergeben, diese aber nicht, wiewohl doch in beiden Fallen die Lichtstärke einerseits verringert wird, andererseits die relative Intensität des gebeugten Lichts zunimmt. Die Beantwortung dieser Frage ist in der That nicht ganz leicht und es können verschiedene Umstände ein solches Verhalten erklären. Erstlich wäre zu bedenken, dass unser Auge eine viel grössere Empfindlichkeit für Intensitätsänderungen bei schwachen, als bei starken Lichteindrücken besitzt und daher bei sehr schwachem Lichte, wie es die Fixsternscheibchen gegenüber den Planetenscheiben besitzen, die Grenze der Sichtbarkeit durch eine Verminderung der Intensität in Folge der Diaphragmen, erheblich weiter hinausgerückt werden kann, als die scheinbare Grenze der Planetenscheiben. Zweitens aber ist die relative Intensitätsabnahme in beiden Fällen eine ganz verschiedene; bei Fixsternen nimmt die Intensität des gebeugten Lichts bis zum völligen Verschwinden ab, dann wieder zu u. s. w., bei Planetenscheiben dagegen nimmt sie nur in der Nähe des geometrischen Randes sehr rasch, weiterhin aber langsam ab und die scheinbare Begrenzung der Lichtscheibe fällt, wie wir bereits oben bemerkten, im Allgemeinen durchaus nicht mit der Grenze der Sichtbarkeit des gebeugten Lichts zusammen. Es wäre deshalb sehr wohl denkbar, dass bei den Fixsternscheibchen

innerhalb gewisser Grenzen — allgemein ist das Gesetz auch gar nicht mal erwiesen — nur die relative Intensität für die Grenze der Sichtbarkeit massgebend ist, während bei den Planetenscheiben auch deren absolute Intensität in Betracht kommt. Wie dem aber auch sei, so scheint mir die Thatsache, dass die scheinbaren Durchmesser der Fixsternscheibchen umgekehrt proportional zum Oeffnungsradius variiren, mindestens ebenso merkwürdig und einer Erklärung bedürftig zu sein, als die entgegenstehende Erfahrung, dass die Planetenscheiben bei verringerter Oeffnung nahezu constant bleiben und ich würde die Beugungstheorie für Lichtpuncte nicht einmal für erwiesen erachten, wenn sie sich nur auf jene Thatsache und nicht vielmehr auf die genaue Bestimmung der Lage der umgebenden hellen Ringe stützte.

Die oben erwähnten Umstände würden schon zur Genüge das negative Resultat der Arago'schen Beobachtungen erklären. Es wäre noch hinzuzufügen, dass sich die meisten derselben auf die Venusscheibe beziehen, ein Object, welches sich für diese Zwecke sehr wenig eignet, indem es sich immer auf einen variabeln, mehr oder minder hellen Himmelsgrund projicirt. Den Bestimmungen des Sonnendurchmessers aus Fadenantritten kann hier gar kein Gewicht beigelegt werden und ausserdem ist von Herrn Wagner darauf hingewiesen worden, wie sehr diese Beobachtungen von der Durchsichtigkeit der Luft und der Unruhe der Bilder (Wallungen der Ränder) beeinflusst werden. Beiläufig bemerkt, findet Herr Wagner[1]), dass eine Verschlechterung der Bilder fast immer eine Vergrösserung des Sonnendurchmessers zur Folge hat, ein Resultat, welches Herr Gyldén aus Beobachtungen mit dem Pulkowaer Verticalkreise bestätigen konnte. Einen ähnlichen Einfluss, wenn auch in geringerem Grade, wird aber der Zustand der Luft auch auf die Messungen der Planetendurchmesser ausüben müssen.

In der neuesten Zeit hat Herr André[2]) die Beobachtungen von Arago wieder aufgenommen und gelangt ebenfalls zu dem Resultat, dass die Planetendurchmesser für verschiedene Oeffnungen nicht merklich differiren, was er folgerichtig einer Verringerung der Helligkeit durch die Diaphragmen zuschreibt. Um so sonderbarer muss sein Versuch erscheinen, dennoch eine Abhängigkeit der Planetendurchmesser von den Oeffnungen der Fernröhre nachweisen zu wollen aus Messungen, welche unter ganz verschiedenen Bedingungen, von verschiedenen Beobachtern und mit Instrumenten verschiedener Güte angestellt sind. Es wäre von vornherein zu erwarten gewesen, dass ein solcher Versuch missglücken würde. Wenn nichtsdestoweniger die von Herrn André gemachte Zusammenstellung verschiedener Beobachtungsdaten das Gegentheil zu beweisen scheint, so liegt dies nur daran, dass die Auswahl der Beobachtnngen eine ganz willkürliche gewesen ist, während das Hinzuziehen anderer und besserer Bestimmungen die Ordnung, welche sich in dem Tableau manifestirt,

---

1) Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellschaft. 1873. pag. 53.

2) Étude de la diffraction etc. Annales de l'École Normale 1876. pag. 327.

vollkommen zerstören würde. Die in der ersten Abhandlung[1]) von Herrn André gegebene Zusammenstellung der Beobachtungen ist bereits von Herrn Hartwig[2]) nach Gebühr beurtheilt worden und ich begnüge mich deshalb auf des letzteren Arbeit zu verweisen. Vermuthlich war Herrn André diese Kritik bei Abfassung seiner zweiten Abhandlung[3]) noch nicht zur Kenntniss gelangt; sonst hätte er sich vielleicht durch dieselbe bewogen gefühlt, in der letzteren die Zusammenstellung entweder zu vervollständigen oder ganz zu unterdrücken.

Die Abhängigkeit der Messungen von der Grösse der Objectivöffnungen zeigt sich in dem André'schen Tableau so auffallend, dass Herr André es sogar unternimmt, aus demselben eine Vergrösserungsconstante abzuleiten, welche er als die «Constante de diffraction instrumentale» bezeichnet, und die der theoretischen Constante, welche an Lichtpunkten die Lage des ersten Minimums bestimmt, entsprechen würde. Bei einer Oeffnung von 10^{cm} ergiebt sich ihm aus den Beobachtungen von Mercur und Venus vor der Sonnenscheibe, die Verkleinerung des Durchmessers (resp. Vergrösserung, wenn die Planetenscheiben im reflectirten Lichte erscheinen):

für Mercur........ $2''\!,8$
für Venus .... $2,5$

also im Mittel $2''\!,65$, welcher Werth in naher Uebereinstimmung stehen würde mit demjenigen, welchen nach ihm die Theorie ergeben sollte, nämlich $2''\!,8$. Was es aber für eine Bewandniss mit diesem von ihm als auf theoretischem Wege abgeleiteten Werth hat, erfahren wir auf pag. 314 seiner ersten Abhandlung. Er geht dort von den beiden ganz unbegründeten Voraussetzungen aus, erstens, dass bei hinreichend hellen Scheiben die kleinste noch wahrnehmbare Helligkeit ein constanter Bruchtheil der vollen Intensität ist, und zweitens, dass das gebeugte Licht für das Auge unmerklich wird, sobald dasselbe den dreissigsten Theil der vollen Intensität beträgt. Auf diesen beiden Voraussetzungen fussend, folgert er aus seiner Intensitätstafel weiter, dass die Grenze der Lichtscheibe dem Werthe $e = 3,8$ entspricht, woraus für eine Oeffnung von 10^{cm} und gelbes Licht die Breite des Lichtringes über die geometrische Begrenzung hinaus, zu $1''\!,4$, also die Vergrösserung des Durchmessers in der That zu $2''\!,8$ sich ergeben würde. Es ist aber im Vorstehenden (siehe Cap. III) gezeigt, dass die von Herrn André (für $r = \infty$) berechnete Intensitätstafel für grössere Entfernungen vom geometrischen Rande sehr fehlerhaft ist. Unter den von ihm gemachten Voraussetzungen folgt nämlich aus unserer Tafel (pag. 35) der Werth $e = 6,0$,

1) Étude de la diffraction etc. pag. 319.

2) Hartwig, Untersuchungen über die Durchmesser der Planeten Venus und Mars. Publication der Astron. Ges. XV. pag. 82.

3) Origine du ligament noir. Annales de l'École Normale 1881. pag. 339.

oder die Vergrösserung des Durchmessers für ein 10^{cm} Objectiv ungefähr gleich $4\rlap{.}''6$, also fast doppelt so gross als wie ihn die erwähnten Beobachtungen ergeben hatten. Wir können daher der von Herrn André sogenannten «Constante de diffraction instrumentale» weder in theoretischer noch in praktischer Beziehung irgend welche Bedeutung zuerkennen.

Offenbar ist das bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial, wie auch Herr Hartwig bemerkt, viel zu dürftig, als dass so delicate Fragen, wie diejenige über die Abhängigkeit der Durchmesserbestimmungen an Himmelskörpern von der Grösse der angewandten Objectivöffnung befriedigend beantwortet werden könnten. Andererseits scheint mir aus demselben doch schon so viel mit einiger Sicherheit gefolgert werden zu können, dass der die Gestirne mit sichtbaren Scheiben umgebende Lichtring im Allgemeinen keineswegs eine unmerklich kleine Breite besitzt. Dafür sprechen eine ganze Reihe von Erfahrungen, welche andernfalls in ihrer Gesammtheit schwerlich eine genügende Erklärung finden würden. Erstlich die geringe Schärfe in der Begrenzung der Sonnen- und Planetenscheiben, die sich in den Messungen theils durch einen unverhältnissmässig grossen wahrscheinlichen Fehler, theils in der verschiedenen Auffassung der Begrenzung von verschiedenen Beobachtern und von denselben Beobachtern an verschiedenen Tagen kund thut; ferner die grössere Verwaschenheit der Ränder bei kleinen Objectivöffnungen, wie sie Arago constatirt hat. Die Abhängigkeit der Sonnendurchmesser von der Durchsichtigkeit der Luft, die sich darin zeigt, dass dieselben bei völlig klarer Luft im Allgemeinen grösser erhalten werden, als bei geringen Trübungen der Atmosphäre[1]), eine Abhängigkeit, die auch für die Planeten bemerkt worden ist.[2]) Ebenso der Umstand, das die Planeten im Allgemeinen um so kleinere Durchmesser ergeben, je heller der Himmelsgrund ist, auf dem sie sich projiciren und der sich namentlich in den Unterschieden der Tag und Nachtbeobachtungen der Venusscheibe sehr deutlich äussert[2]). Die erhebliche Differenz in dem aus Sternbedeckungen abgeleiteten Monddurchmesser, je nachdem derselbe aus Bedeckungen am hellen oder dunkeln Mondrande geschlossen wird, und die sich nach den Untersuchungen von Airy und den neuesten von Küstner auf etwa $2''$ belaufen mag[3]). In gleicher Weise die beträchtliche Abweichung, von ungefähr $0\rlap{.}''6$, in der Bestimmung des Venusdurchmessers während des letzten Vorüberganges vor der Sonnenscheibe, von allen andern Bestimmungen der im reflectirten Lichte gesehenen Venusscheibe. Von den letzteren sind als die zuverlässigsten die mit Doppelbild-Mikrometern gemachten Bestimmungen von Main, Hartwig und Kaiser anzusehen, welche für die Venusscheibe im reflectirten Licht, die folgenden Durchmesserwerthe, bezogen auf die Einheit der Entfernung, ergeben:

---

1) Vierteljahrsschrift, 1873. Zum Theil mag dies, wie Wagner bemerkt, auch darin seinen Grund haben, dass die schlechtesten Sonnenbilder meist mit der durchsichtigsten Luft zusammenfallen.

2) Hartwig, pg. 41 u. f.

3) Airy, Observations Greenwich, 1864. Appendix I. Küstner, Bestimmung des Monddurchmessers aus Plejadenbedeckungen, 1880.

Oxforder Heliometer, Main	17,″582	*w. F.*	± 0,″055
Breslauer Heliometer, Hartwig	17,666	»	± 0,026
Airy's Mikrometer, Kaiser	17,409	»	± 0,029

also im Mittel etwa 17,″55[1]). Die Hinzuziehung der mit Faden-Mikrometern gemachten Messungen würde diesen Mittelwerth noch etwas vergrössern. Andererseits ergaben die bisher bekannt gewordenen Messungen während des letzten Venusdurchgangs Resultate, welche in naher Uebereinstimmung zwischen 16,″8 und 17,″0 schwanken, also um den erheblichen Betrag von 0,″6 kleiner sind, als der obige Mittelwerth[2]).

Für das Vorhandensein einer über den geometrischen Rand hinaus sich ausdehnenden Lichtzone spricht endlich auch die Tropfenbildung bei den Vorübergängen der unteren Planeten vor der Sonnenscheibe, welche wir im nächsten Capitel ausführlicher behandeln wollen.

Ueber das Verhalten künstlicher Lichtscheiben in Fernröhren hatte schon im Jahre 1753 Le Gentil[3]) Versuche angestellt, welche beweisen sollten, dass dunkle Scheiben auf hellem Grunde gesehen, um etwa 6″ zu klein erscheinen müssten, was er der Wirkung einer Diffraction am Rande der dunklen Scheibe zuschrieb, eine Bemerkung, welche bereits früher Schickard[4]) bezüglich der Gassendi'schen Mercursmessungen, während des Vorüberganges 1631, gemacht hatte. Genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand wurden im Jahre 1830 von Robinson[5]) ausgeführt, um den Einfluss der Helligkeit einer Lichtscheibe auf die Grösse ihres im Fernrohre gesehenen Bildes nachzuweisen. Ich entnehme über diese Versuche, die einiges Interesse beanspruchen, das Folgende aus der bekannten Plateau'schen Arbeit über Irradiation[6]).

«Die Versuche bestanden in der Beobachtung einer künstlichen beleuchteten Scheibe, deren Helligkeit man erhöhen oder schwächen konnte, und deren Winkelbreite unter diesen Umständen mittelst eines Mikrometers gemessen wurde. Die Scheibe war gebildet durch eine im Brennpunkt eines Objectivs angebrachte Metallplatte, mit einem kleinen

1) Hartwig, pg. 44.

2) Auwers, Beobachtung des Venusdurchgangs 1874 in Luxor, 1878. Auwers spricht die Vermuthung aus, dieser Unterschied könne vielleicht daher rühren, dass die Begrenzung der vor der Sonne erscheinenden Planetenscheibe in einer mehrere Meilen tieferen Atmosphärenschicht der Venus liege, als der Umfang der ausserhalb der Sonne im reflectirten Lichte sichtbaren Kugel.

3) Le Gentil, Mémoires de l'Académie Paris 1784.

4) Schickard, Pars responsi ad epistolas P. Gassendi, De Mercurio sub sole viso etc. Tubingae 1632. Schickard erwähnt in dieser Abhandlung auch der Irradiation, indem er darauf hinweist, dass die Kante eines Lineals, welches zwischen das Auge und eine helle Lichtflamme gehalten wird, an der Stelle, wo die Flamme hervorblickt, gezackt erscheint.

5) On Irradiation, Mem. of the R. Astr. Soc. of London, Vol. V, pg. 1.

6) Poggend. Ann., Ergänzungsband I, pg. 103.

kreisrunden Loch darin, hinter welchem die Flamme einer Lampe stand, die von dem Beobachter durch ein auf der andern Seite des Objectivs befindliches Fernrohr betrachtet wurde. Dies Verfahren ersetzte einen reellen Gegenstand durch ein virtuelles unendlich entferntes Bild, welches sonach die Rolle eines Gestirns spielte. Herr Robinson ist der Meinung, dass die bei seinen Versuchen angewandten Objective und Fernröhre nur eine sehr schwache Aberration erzeugten, und betrachtet daher die von ihm beobachteten Erscheinungen als hauptsächlich von der Ocular-Irradiation herrührend. Anfangs brachte er zwischen der Lampe und Metallplatte ein Stück geöltes Papier an, um die Helligkeit der künstlichen Scheibe bedeutend zu schwächen, setzte dann die Mikrometerfäden in Berührung mit der Scheibe und maass ihre Winkelbreite. Als er darauf das geölte Papier fortnahm, sah er die Scheibe über die Fäden hinwegragen; er brachte nun diese wieder zur Berührung und konnte sonach den aus der vermehrten Helligkeit entsprungenen Zuwachs des Durchmessers messen. Die Hälfte dieser Grösse stellte die Dicke des Lichtringes vor, der aus dem Unterschiede der Irradiation der Scheibe in ihren beiden Helligkeitsgraden entsprang. Mehrere Versuchsreihen mit verschiedenen Instrumenten und mehr oder weniger grossen Scheiben gaben für den Ueberschuss des scheinbaren Durchmessers, der dem Maximum der Helligkeit entsprach, über den, der dem Minimum angehörte, Resultate, deren Mittel von 3″,37 bis 5″,33 gingen. Daraus ergaben sich für den Ueberschuss der Irradiation Werthe von 1″,68 bis 2″,66.

«Bei einem Versuch, wo Herr Robinson das Gesichtsfeld des Fernrohrs erleuchtet hatte, fand er, dass dies merklich auf die scheinbaren Dimensionen der Scheibe einwirkte, sobald diese ihre geringste Helligkeit hatte; denn wenn er jenes Seitenlicht fortnahm, vergrösserte sich die Scheibe augenscheinlich. Diese Wirkung fand nicht mehr statt, wenn die Scheibe ihre grösste Helligkeit besass, ohne Zweifel, wie auch Herr Robinson bemerkt, wegen der geringen Intensität der Seitenbeleuchtung».

Später haben Kaiser[1]) und in neuester Zeit Herr André[2]) dieselbe Frage wieder aufgenommen und gelangen mittelst ähnlicher Methoden ebenfalls zu dem Resultat, dass die Durchmesser künstlicher Scheiben mit der Helligkeit derselben zunehmen, was Robinson der Irradiation zuschreiben zu müssen glaubte, da er den Einfluss der Diffraction zu jener Zeit gar nicht kannte. Aus den Versuchen von Herrn André scheint ferner hervorzugehen, dass bei sehr intensiver Beleuchtung, z. B. durch Drummond'sches Licht, ohne Anwendung von Blendgläsern, eine Abhängigkeit von der Oeffnung des angewandten Objectivs in dem von ihm verfochtenen Sinne besteht, dass nämlich die Lichtscheiben um so grösser erscheinen, je kleiner die Oeffnung ist. Eine solche Abhängigkeit mag in der That für sehr intensive Lichtscheiben, auf dunklem Grunde gesehen, vorhanden sein; dass sie aber nicht allgemein gilt, folgt aus den weiteren Versuchen von Herrn André, denen zufolge

---

1) Kaiser, Leidener Annalen III, pg. 175.

2) Ann. de l'Éc. Norm. 1876, pg. 316. 1881, pg. 335.

durch Zwischensetzen dunkler Gläser die Zunahme der Durchmesser mit Verringerung der Oeffnung erheblich abnahm und schliesslich die Scheiben nicht mehr merklich varirten. Wenngleich alle diese Versuche mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf hindeuten, dass die Lichtscheiben durch eine Veränderung der Oeffnung eine der Diffractionstheorie entsprechende Aenderung erfahren, sobald nur die specifische Helligkeit des Focalbildes constant erhalten wird, so bleibt doch noch der directe Beweis dafür beizubringen übrig.

Von noch grösserem Interesse sind die Resultate, welche die Herren André und Angot[1]) auf photographischem Wege gewonnen haben, indem sie einestheils zeigen, dass eine über den geometrischen Rand sich erstreckende Lichtzone objectiv existirt und nicht nur in dem Auge des Beobachters ihren Grund hat, zugleich aber auch, eine wie beträchtliche Ausdehnung dieser Lichtzone in Wirklichkeit zugeschrieben werden muss. Die von ihnen angewandte Methode bestand in der photographischen Aufnahme des Focalbildes eines durch Drummond'sches Kalklicht von hinten erleuchteten Doppelspalts, bestehend aus zwei durch einen dunklen Zwischenraum von einander getrennten Rechtecken, welche in einer Entfernung von ungefähr 90 Metern vom Fernrohr aufgestellt waren. Unter solchen Umständen musste die Vergrösserung eines jeden hellen Rechtecks im Focalbilde gleich sein der Verkleinerung des dunklen Zwischenraums, und sonach die Summe der Breiten eines Rechtecks und des dunklen Zwischenraums eine constante Grösse bleiben, wodurch eine Verification der Messungen ermöglicht wurde. Zur Aufnahme bedienten sie sich eines Objectivs von 13^{mm} Oeffnung und $3\overset{m}{,}8$ Focallänge, das für chemische Strahlen achromatisch gemacht war; $\frac{1}{500}^{mm}$ auf der photographischen Platte entsprach somit einem Winkelwerth von $0\overset{\prime\prime}{,}109$.

Mit zunehmender Expositionsdauer vergrösserte sich nun sehr beträchtlich die Breite des Focalbildes; aus sieben Versuchen erhielten sie nämlich die folgenden Resultate:

	Breite, ausgedr. in $\frac{1}{500}^{mm}$		
Expositionsdauer	eines hellen Rechtecks	des dunk. Zwischenr.	Summe
10^s	593,5	192,6	786,1
30^s	618,5	168,6	787,1
40^s	624,0	163,6	787,6
1^m	632,6	155,2	787,8
2^m	645,7	141,4	787,1
4^m	656,4	130,0	786,4
7^m	773,8	113,4	787,2

woraus ersichtlich ist, dass die Zunahme der Breite einer hellen Scheibe innerhalb dieser Grenzen ungefähr $8''$ betrug.

1) Ann. de l'Éc. Norm. 1881, pg. 369 etc.

Verkleinerte man andererseits die Intensität der Lichtquelle, ohne die Expositionsdauer zu ändern — was dadurch erreicht werden konnte, dass ein mit einer entsprechenden Anzahl kleiner Oeffnungen gleichförmig versehener Schirm zwischen das Lichtbündel und die mattgeschliffene Glasplatte, die als Lichtscheibe diente, geschoben wurde — so verkleinerten sich auch die hellen Focalbilder. Aus dem bekannten Verhältniss der Breite eines hellen Rechtecks zum dunklen Zwischenraum und der gemessenen Summe beider Breiten im Focalbilde konnte dann ferner die absolute Vergrösserung eines hellen Rechtecks ermittelt werden. Auf diese Weise erhielten sie für verschiedene Intensitäten folgende Abstände der photographischen von der geometrischen Begrenzung eines Rechtecks:

Intensität	Abstand
1	12,″66
$\frac{1}{4}$	8,84
$\frac{1}{9}$	4,52
$\frac{1}{9.5}$	4,27
$\frac{1}{38}$	— 2,44

wo das Zeichen — bedeutet, dass die photographische Begrenzung innerhalb der geometrischen Begrenzung lag. Da die Expositionsdauer bei diesen Aufnahmen immer dieselbe geblieben war (gleich einer Minute), so mussten, vorausgesetzt dass alle photographischen Platten dieselbe Empfindlichkeit besassen, die angewandten Intensitäten umgekehrt proportional sein den relativen Intensitäten des gebeugten Lichts in den betreffenden Abständen vom geometrischen Rande; es liesse sich deshalb der Versuch wagen, die obigen Resultate direct mit unserer theoretischen Intensitätstafel (auf pag. 35) zu vergleichen. Nehmen wir zu dem Zweck $\lambda = 0^{mm}{,}00058$ $2R = 13^{mm}$ an und setzen die Intensität im mittleren Abstande 4,″52, gleich der aus der Intensitätstafel (für $r = \infty$) folgenden, so ergiebt sich die folgende Zusammenstellung:

ε	e	$I(e)$ beobachtet	$I(e)$ berechnet
12,″66	+ 4,32	0,018	0,049
8,84	+ 3,02	0,069	0,063
4,52	+ 1,54	0,159	0,159
4,27	+ 1,46	0,170	0,171
— 2,44	— 0,83	0,680	0,709

Die letzten vier Reihen weisen eine sehr befriedigende Uebereinstimmung auf, dagegen weicht der erste Werth erheblich von dem beobachteten ab. Hätte man andererseits für die Wellenlänge einen kleineren Werth angenommen, was der Wirklichkeit mehr entspräche, in Anbetracht dass man es hier mit der Wirkung des Lichts auf photographische

Platten zu thun hat, so würden die ersten Zahlen in bessere Uebereinstimmung gelangen, dafür aber die letzten stärker von einander abweichen.

Verschiedene Ursachen mögen an diesen Unterschieden die Schuld tragen; namentlich scheint mir, dass eine geringe Aenderung in der Empfindlichkeit der Platten die Begrenzung der Rechtecke, besonders bei Anwendung starker Intensitäten um ein Beträchtliches verschieben könnte; desgleichen könnte das Entwickelungsverfahren von Einfluss sein; auch ist nicht ausgeschlossen, dass nicht ausser dem regelmässig gebrochenen Licht noch anderes diffuses Licht, durch mehrfache Reflexion an den Gläsern, am optischen Apparat u. s. w., auf die photographischen Platten gelangte, ob auch im Uebrigen diese Versuche in einem vollkommen dunklen Raum angestellt wurden. Um endgültige Schlüsse aus denselben zu ziehen, sind diese Versuche noch zu wenig zahlreich; ich bin indess geneigt, noch am ehesten auf diesem Wege eine vollständige Bestätigung der Theorie zu erwarten.

Capitel VI.

Die Tropfenbildung bei den Vorübergängen der untern Planeten vor der Sonnenscheibe.

Mit der Vergrösserung heller Scheiben auf dunklem Grunde und der entsprechenden Verkleinerung dunkler Scheiben auf hellem Grunde steht in engem Zusammenhang die bekannte Erscheinung der Tropfenbildung bei den Vorübergängen der unteren Planeten Venus und Mercur vor der Sonnenscheibe, die sich darin äussert dass bei der inneren Ränderberührung eine dunkle Brücke (dunkles Band oder Tropfen) die Planetenscheibe mit dem Sonnenrande zu verbinden scheint. Dieses Phaenomen spricht am entscheidensten für das Vorhandensein einer über den geometrischen Rand der Gestirne mit sichtbaren Scheiben sich erstreckenden Lichtzone und scheint besonders geeignet den Nachweis zu liefern, dass diese Lichtzone bei guten Instrumenten hauptsächlich von der Diffraction an der Objectivöffnung herrührt.

Eine Beschreibung dieser Erscheinung, wie sie der Theorie nach stattfinden müsste, lässt sich auf Grund unserer früheren Betrachtungen in sehr einfacher Weise geben.

Denken wir uns eine Lichtscheibe vom Radius ϱ_2 und aus derselben eine Scheibe vom Radius ϱ_1 herausgeschnitten, so ist offenbar die Intensität in irgend einem Punkte des Focalbildes gleich der Differenz der Intensitäten, welche die vollen Scheiben (ϱ_2) und (ϱ_1) einzeln diesem Punkte zusenden würden. Bezeichnen wir demnach mit ε_1 und ε_2 die Entfernungen des betreffenden Punktes P von den Peripherien der Kreise (ϱ_1) und (ϱ_2) und mit e_1 e_2 r_1 r_2 die entsprechenden Grössen multiplicirt mit der Zahl $\frac{2\pi}{\lambda}R$, ferner mit $I_r(e)$ die Intensität,

welche eine Lichtscheibe vom Radius ρ einem Punkte im Abstande ε zusendet, so ist die Intensität des Punktes P, bezogen auf die *volle* Intensität als Einheit:

$$(1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad J = I_{r_2}(e_2) - I_{r_1}(e_1)$$

und diese Formel gilt ganz allgemein, wo auch P liegen mag, wenn man nur beachtet, dass e_1 resp. e_2 negativ zu nehmen sind, sobald P innerhalb der Kreise (ρ_1) resp. (ρ_2) liegt. Sind folglich Tafeln für $I_r(e)$ berechnet, so ergeben sich aus denselben auch unmittelbar die Intensitätsverhältnisse für den Fall, dass die Lichtscheibe eine äussere und eine innere Begrenzung besitzt.

Von besonderem Interesse ist nun der Fall, wo die innere Kreisperipherie die äussere nahe tangirt, weil offenbar die Intensität in der Nähe beider Ränder am meisten variirt und überhaupt ein eigenthümlicheres Verhalten darbietet, als für Punkte, welche in grösserer Entfernung von der einen oder anderen Peripherie liegen. In der Nähe des geometrischen Randes können wir aber, wie früher bewiesen wurde, genähert

$$I_r(e) = I_r(0) - 0{,}2704 \cdot e + 0{,}024 \cdot e^3 \cdots\cdots$$

setzen und erhalten alsdann:

$$J = \text{Const.} + 0{,}2704\,(e_1 - e_2) - 0{,}024\,(e_1^{\,3} - e_2^{\,3}) + \cdots\cdots$$

wo die Constante gleich ist der Differenz der Randintensitäten $I_{r_2}(0) - I_{r_1}(0)$, also eine kleine positive Grösse bedeutet, sobald r_1 und r_2 einigermassen erhebliche Werthe besitzen. Beziehen wir ferner den Punkt P auf ein senkrechtes Coordinatensystem, dessen X-Axe die Verbindungslinie der Centren ist, positiv nach aussen gerechnet und dessen Anfangspunkt O in der äusseren Kreisperipherie liegt und nennen d die kleinste Ränderentfernung der beiden Begrenzungen, auf dieselbe Einheit wie e und r bezogen, so gelten die folgenden Relationen:

$$(r_1 + e_1)^2 = (r_1 + d + x)^2 + y^2$$

$$(r_2 + e_2)^2 = (r_2 + x)^2 + y^2$$

aus welchen näherungsweise

$$e_1 = x + d + \frac{y^2}{2r_1}$$

$$e_2 = x + \frac{y^2}{2r_2}$$

$$e_1 - e_2 = d + \frac{y^2}{2}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

und mithin:

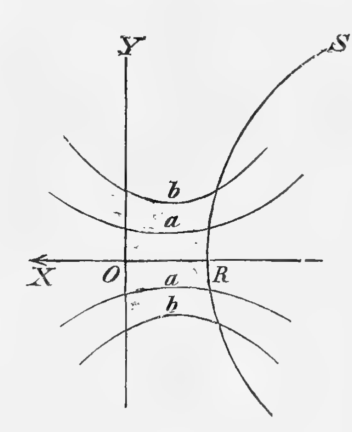
$$J = \text{Const.} + 0{,}2704 \cdot \left\{d + \frac{y^2}{2}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)\right\} - 0{,}024 \cdot \left\{e_1^3 - e_2^3\right\} \cdots\cdots\cdots (2)$$

folgt.

Vernachlässigt man hierin zunächst das dritte Glied, was nur erlaubt ist, wenn sowohl x, y als auch d kleine Werthe besitzen, so ist die Intensität von x unabhängig und daher in gleichen Abständen von der Centrallinie constant. Die Intensität ist um so kleiner, je kleiner d und y sind, und daher am kleinsten in der Centrallinie, wenn die Ränder sich berühren. Senkrecht zur Centrallinie nimmt sie zu und ist näherungsweise proportional dem Quadrate des Abstandes von derselben. Verändert man andererseits die Ränderentfernung, so wächst auch die Intensität derselben nahezu proportional.

Beachtet man ferner, dass e_1 resp. e_2 das negative Vorzeichen zu geben ist, im Fall P innerhalb (ϱ_1) resp. (ϱ_2) liegt, so sieht man, dass das dritte bisher vernachlässigte Glied in (2), stets positiv und um so grösser ist, je verschiedener e_1 und e_2 ihren absoluten Werthen nach sind; der Einfluss dieses zu subtrahirenden Gliedes ist deshalb am kleinsten für Punkte, welche in der Mitte zwischen den beiden Rändern liegen und nimmt von dort nach beiden Seiten hin zu. Demzufolge muss die Intensität für denselben Abstand von der Centrallinie grösser sein innerhalb der von den beiden Rändern eingeschlossenen Zone, als ausserhalb derselben, woraus umgekehrt folgt — indem die Intensität mit wachsendem y zunimmt — dass die Curven, welche Punkte gleicher Intensität mit einander verbinden, convex gegen die Abscissenaxe gekrümmt sind. Die Krümmung ist um so grösser, je grösser y, je weiter man sich von der Mitte zwischen beiden Rändern entfernt, und ist am kleinsten beim geometrischen Contact.

Aus dem Gesagten folgt, dass sich bei der Annäherung eines Planeten an den Sonnenrand, noch vor dem Momente des zweiten inneren Contacts, zwischen den beiden Rändern eine kleine Trübung zeigen muss, deren Dunkelheit am grössten ist in der Verbindungslinie der beiden Centren und von dort nach beiden Seiten hin abnimmt. Rückt der Planet dem Sonnenrande sehr nahe, so nimmt die Trübung rasch zu und erreicht ihre grösste Schwärze im Augenblick des geometrischen Contacts. Zugleich erweitert sie sich sowohl in der Richtung der X-Axe über die geometrischen Ränder hinaus, als auch in der Richtung der Y-Axe, senkrecht zur Centrallinie und nimmt gleichsam die Form einer die Ränder mit einander verbindenden Brücke an, welche sich der Breite nach (in der Richtung der Y-Axe) abschattirt durch Curven, die der Centrallinie ihre convexe Seite zukehren und um so stärker gekrümmt sind, je grösser einerseits die Randentfernung ist und je weiter man sich andererseits von der Mitte der Brücke entfernt. Die nebenstehende Figur veranschaulicht die Erscheinung. Darin stellen OY den geometrischen Sonnenrand, RS den geometrischen Venusrand, OX die Centrallinie und a und b zwei Curven gleicher Intensität (oder Niveaulinien) dar.



Die Intensitätsvertheilung im geometrischen Sonnenrande, beim Contact beider Ränder, ergiebt sich insbesondere aus den Näherungs-Formeln:

$$(3) \ldots\ldots\ldots \begin{cases} J = \text{Const.} + 0{,}2704 \cdot \frac{y^2}{2r_1} - 0{,}024 \cdot \frac{y^6}{(2r_1)^3} \\ J = 0{,}5 - \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{e_1} = 0{,}5 - \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{2r_1}{y^2} \end{cases}$$

von denen die erste gilt, so lange die Entfernung des Sonnen- vom Planetenrande, nämlich $e_1 = \frac{y^2}{2r_1}$ klein, die zweite dagegen, sobald diese Entfernung gross ist (r_1 ebenfalls als gross vorausgesetzt). Lassen wir den Radius der Objectivöffnung wachsen, so nimmt Const. $=$ $0{,}5 - I_{r_1}(0)$ langsam ab und für $y = 0$, d. h. im Berührungspunkte erhält deshalb die Intensität einen etwas kleineren Werth. Das zweite Glied dagegen, welches wir auch in der Form $0{,}2704 \left(\frac{2\pi}{\lambda} R \sin 1''\right)\left(\frac{\eta''^2}{2\rho_1''}\right)$ schreiben können, wächst in demselben Maasse, als man R vergrössert, während umgekehrt das zweite Glied in der zweiten Formel in gleichem Maasse abnimmt. Mit Ausnahme des Berührungspunktes ist daher die relative Intensität im Sonnenrande in gleicher Entfernung von der Centrallinie um so grösser, je grösser die Oeffnung ist und erreicht um so näher zum Berührungspunkte die volle Randintensität 0,5. Es ist deshalb anzunehmen, dass die Breite der Brücke durch Diaphragmen vor dem Objective nicht unerheblich vergrössert wird, und dieser Effect kann bei sehr hellem Focalbilde noch dadurch ein wenig erhöht werden, dass die Helligkeit in Folge der verringerten Oeffnung etwas abnimmt, während bei minder hellem Focalbilde auch das entgegengesetzte Resultat sich erwarten liesse. Ueberhaupt werden äussere Umstände, wie die scheinbare Helligkeit der Sonnenscheibe und die Empfindlichkeit des Auges, für die Auffassung der Grenzen der dunklen Brücke nicht unwesentlich sein, was sich auch leicht aus dem Verlauf der Intensitätszunahme: $\frac{dJ}{dy} = ay - by^5$ resp. $\frac{dJ}{dy} = \frac{c}{y^3}$ schliessen lässt, welche für sehr kleine Abstände von der Centrallinie diesen proportional ist, für Mittelwerthe ein Maximum erreicht, (wo ihre Aenderung am langsamsten erfolgt), und für grössere Abstände umgekehrt proportional wird der dritten Potenz von y, das heisst wiederum sehr klein ist.

In noch engerem Zusammenhang mit der scheinbaren Helligkeit der Sonne muss aber die Länge der dunklen Brücke stehen, indem sie davon hauptsächlich abhängt, wie weit sich die Sonnenscheibe über ihren eigenen geometrischen Rand und über den des Planeten ausdehnt. Die Länge der Brücke wird daher um so kleiner sein, je dunkler die Blendgläser sind und bei ein und demselben Blendglase, je stärker die angewandte Vergrösserung ist; insofern ausserdem durch Anbringung von Diaphragmen die Lichtzone um die Sonne sich nicht merklich vergrössert, wird auch die Länge der Brücke durch Diaphragmen nicht

merklich verändert werden und verschiedene Fernröhre werden nahezu dieselbe Länge ergeben, sobald nur ihre Güte im Uebrigen dieselbe ist.

Vergrössert man nur den Radius des Planeten ρ_1, so nehmen alle Glieder der Reihe

$$J = \text{Const.} + 0{,}2704\,\frac{y^2}{2r_1} - 0{,}024\,\frac{y^6}{(2r_1)^3}$$

ab, und zwar das erste Glied, wie schon oben bemerkt, langsam. Die Breite der Brücke ist folglich näherungsweise proportional der Quadratwurzel des Planetendurchmessers. Für Venus auf der Sonnenscheibe ist genähert: $\rho_1 = 31''$, für Mercur: $\rho_1 = 6''$ und daher unter sonst gleichen Umständen die Breite der Brücke beim geometrischen Contacte der Venus mehr als $\sqrt{5}$ mal so gross, als bei Mercur, während die Länge derselben in beiden Fällen dieselbe bleibt. Die Erscheinung muss sich dementsprechend bei Venusdurchgängen deutlicher zeigen als bei Mercursdurchgängen, und dies um so mehr, als sie bei ersteren, in Folge der langsameren relativen Bewegung des Planeten, eine erheblich grössere Zeit andauern wird.

In wie weit diese Beschreibung mit den Erfahrungen übereinstimmt, namentlich denen, welche in letzterer Zeit an künstlichen Modellen gemacht worden sind, werden wir alsbald sehen. Um aber noch eine klarere Vorstellung von den numerischen Verhältnissen, wie sie bei einem Venusdurchgange der Theorie nach stattfinden müssten, zu geben, lasse ich hier zunächst eine Intensitätstabelle folgen, bei welcher folgende Annahmen gemacht sind:

Radius der Venusscheibe $\rho_1 = 31''$	$r_1 = 50$
Radius der Sonnenscheibe $\rho_2 = 30 \cdot \rho_1$	$r_2 = 1500$
Objectivöffnung $2R = 60^{mm}$	$\lambda = 0^{mm},00058$

Unter diesen Voraussetzungen sind mit den Argumenten ξ Abscisse, η Ordinate (in Secunden ausgedrückt), für verschiedene Punkte die Abstände von der Venus und Sonnenperipherie gerechnet und alsdann mittelst der früher gegebenen Tafeln für $r = \infty$ und $r = 50$ in aller Strenge die Intensitäten nach (1) bestimmt worden.

Mit A, B, C bezeichne ich die Intensitäten in drei zum Sonnenrande concentrischen Kreisen, von denen der erste A die kleinste Ränderentfernung δ halbirt, der zweite B um $0''\!,4$ und der dritte C um $0''\!,8$ von dem *ersteren* in der Richtung der positiven ξ (also nach aussen vom geometrischen Sonnenrand gerechnet), entfernt ist. Als Argument dient die Entfernung von der Centrallinie η. Unter A, B, C sind ausserdem zur Vergleichung in Klammern die Maximalintensitäten der entsprechenden Kreise angegeben, denen man sich desto mehr nähert, je weiter man auf denselben von der Centrallinie aus fortschreitet. Alle Intensitäten sind auf die *volle* Intensität als Einheit bezogen.

1) Geometrischer Contact $\delta = 0''\!,0$.

η''	A (0,5000)	B (0,3340)	C (0,2001)
0″,0	0,0141	0,0131	0,0121
0,4	0,0151	0,0141	0,0129
0,8	0,0183	0,0169	0,0148
1,2	0,0236	0,0215	0,0179
1,6	0,0310	0,0279	0,0223
2,0	0,0405	0,0361	0,0278
2,4	0,0521	0,0458	0,0344
2,8	0,0657	0,0571	0,0418
3,2	0,0813	0,0699	0,0499
3,6	0,0987	0,0842	0,0587
4,0	0,1181	0,0996	0,0679
4,4	0,1392	0,1155	0,0772
4,8	0,1616	0,1320	0,0866
5,2	0,1853	0,1489	0,0959
5,6	0,2102	0,1659	0,1047
6,0	0,2355	0,1824	0,1130
6,4	0,2613	0,1983	0.1206
6,8	0,2867	0,2134	0,1275
7,2	0,3114	0,2272	0,1334
7,6	0,3349	0,2396	0,1383
8,0	0,3568	0,2505	0,1424

2) Ränderentfernung $\delta = 0''\!,1$.

η''	A (0,5215)	B (0,3533)	C (0,2142)
0″,0	0,0571	0,0513	0,0394
0,4	0,0580	0,0522	0,0400
0,8	0,0613	0,0549	0,0418
1,2	0,0666	0,0593	0,0448
1,6	0,0739	0,0656	0,0489
2,0	0,0833	0,0735	0,0542
2,4	0,0947	0,0829	0,0602
2,8	0,1081	0,0939	0,0672
3,2	0,1233	0,1063	0,0748
3,6	0,1408	0,1198	0,0829
4,0	0,1597	0,1343	0,0912
4,4	0,1803	0,1495	0,0998
4,8	0,2021	0,1651	0,1084
5,2	0,2252	0,1810	0,1169
5,6	0,2492	0,1968	0,1250
6,0	0,2737	0,2123	0,1324
6,4	0,2983	0,2271	0,1391
6,8	0,3224	0,2408	0,1451
7,2	0,3458	0,2534	0,1503
7,6	0,3678	0,2648	0,1547
8,0	0,3881	0,2747	0,1583

3) Ränderentfernung $\delta = 0''\!,2$.

η''	A (0,5430)	B (0,3734)	C (0,2292)
0″,0	0,1000	0,0897	0,0667
0,4	0,1009	0,0906	0,0673
0,8	0,1041	0,0932	0,0691
1,2	0,1093	0,0975	0,0719
1,6	0,1165	0,1036	0,0757
2,0	0,1259	0,1112	0,0805
2,4	0,1371	0,1202	0,0862
2,8	0,1504	0,1307	0,0926
3,2	0,1654	0,1426	0,0996
3,6	0,1824	0,1555	0,1070
4,0	0,2010	0,1691	0,1147

4) Ränderentfernung $\delta = 0''\!,4$.

η''	A (0,5853)	B (0,4147)	C (0,2614)
0″,0	0,1842	0,1659	0,1213
0,4	0,1852	0,1667	0,1218
0,8	0,1883	0,1691	0,1232
1,2	0,1934	0,1731	0,1256
1,6	0,2005	0,1786	0,1290
2,0	0,2095	0,1856	0,1330
2,4	0,2204	0,1939	0,1378
2,8	0,2331	0,2034	0,1432
3,2	0,2476	0,2139	0,1491
3,6	0,2637	0,2255	0,1553
4,0	0,2813	0,2376	0,1618

Die Intensität im Centrum der Venusscheibe, wenn diese in der Mitte der Sonne steht, ergiebt sich aus $1 - 2\,F(r)$ zu 0,0126 und ist beim geometrischen Contact noch ein wenig kleiner; sie unterscheidet sich aber immerhin nur wenig von den Intensitäten, welche

A, B, C alsdann zwischen $\eta = 0''{,}0$ und $1''{,}0$ besitzen. Innerhalb dieser Grenzen wird also die Brücke nahezu dieselbe Dunkelheit aufweisen, wie die Venusscheibe selbst. Es lässt sich ferner aus diesen Tabellen voraussehen, dass die Trübung bei ihrem ersten Auftreten (beim 2ten inneren Contact) nicht als feiner Punkt, sondern gleich in sehr merkbarer Ausdehnung erscheinen wird, indem das Verhältniss der Intensitäten, worauf es bei der subjectiven Auffassung hauptsächlich ankommt, innerhalb weiter Grenzen der Einheit sehr nahe liegt, sobald die Ränderentfernung einigermassen beträchtlich ist. Nehmen wir z. B. an, dass die erste Trübung wahrgenommen wird, sobald die Intensität zwischen den Rändern auf $\frac{1}{5}$ der *vollen* Intensität gesunken ist, also in dem obigen Falle bei einer Ränderentfernung von beiläufig $0''{,}4$, so wird sie für $\eta = 0''{,}0$ uns nahezu mit derselben Dunkelheit erscheinen, wie für $\eta = 4''{,}0$. Nimmt die Ränderentfernung weiter ab, so wird das Verhältniss der Intensitäten für verschiedene Entfernungen η immer grösser, der centrale Theil der Trübung verhältnissmässig immer dunkler, und der Contrast zwischen letzterem und den seitlichen Partien der Trübung am allergrössten im Moment der wirklichen Ränderberührung. Hinsichtlich der Zeit, wann die erste Trübung, bei der Annäherung der dunkeln Planetenscheibe an den Sonnenrand, dem Auge sichtbar wird, lässt sich a priori wenig voraussagen, weil dieses Moment von verschiedenen subjectiven Umständen abhängig ist, die sich einer strengen Analyse entziehen, namentlich von der Empfindlichkeit des Auges und der scheinbaren Helligkeit der Sonne. Als wahrscheinlich können wir es aber ansehen, dass die erste Trübung um so früher eintritt, je kleiner die Objectivöffnung ist, indem nämlich das zweite Glied in (2) im Verhältniss von R zunimmt.

Unter denselben Voraussetzungen wie oben, erhält man für eine doppelt so grosse Objectivöffnung $2R = 120^{mm}$ ($4\frac{1}{2}$ P. Zoll) und demnach $r_1 = 100$ die folgenden Tabellen, welche, mit den obigen verglichen, den Vorzug grösserer Objective vor kleineren deutlich veranschaulichen.

1) Geometrischer Contact $\delta = 0''{,}0$.

η''	A	B	C
	(0,5000)	(0,2001)	(0,0747)
0″,0	0,0077	0,0067	0,0052
0,4	0,0099	0,0081	0,0055
0,8	0,0161	0,0119	0,0063
1,2	0,0268	0,0183	0,0076
1,6	0,0416	0,0270	0,0093
2,0	0,0605	0,0375	0,0112
2,4	0,0832	0,0495	0,0133
2,8	0,1100	0,0627	0,0154
3,2	0,1400	0,0762	0,0174
3,6	0,1729	0,0896	0,0192
4,0	0,2080	0,1024	0,0208

2) Ränderentfernung $\delta = 0''{,}1$.

η''	A	B	C
	(0,5430)	(0,2292)	(0,0816)
0″,0	0,0936	0,0615	0,0173
0,4	0,0957	0,0627	0,0175
0,8	0,1019	0,0661	0,0181
1,2	0,1124	0,0717	0,0191
1,6	0,1269	0,0791	0,0204
2,0	0,1454	0,0883	0,0219
2,4	0,1676	0,0987	0,0234
2,8	0,1932	0,1097	0,0249
3,2	0,2219	0,1211	0,0264
3,6	0,2531	0,1324	0,0279
4,0	0,2857	0,1427	0,0293

3) Ränderentfernung $\delta = 0'',2$.

η''	A	B	C
	(0,5853)	(0,2614)	(0,0904)
0'',0	0,1780	0,1161	0,0300
0,4	0,1801	0,1172	0,0302
0,8	0,1863	0,1200	0,0306
1,2	0,1964	0,1249	0,0313
1,6	0,2104	0,1313	0,0323
2,0	0,2283	0,1391	0,0334
2,4	0,2496	0,1478	0,0345
2,8	0,2740	0,1571	0,0357
3,2	0,3012	0,1665	0,0369
3,6	0,3302	0,1755	0,0382
4,0	0,3602	0,1839	0,0395

4) Ränderentfernung $\delta = 0'',4$.

η''	A	B	C
	(0,6660)	(0,3340)	(0,1153)
0'',0	0,3393	0,2244	0,0600
0,4	0,3412	0,2252	0,0601
0,8	0,3467	0,2272	0,0604
1,2	0,3559	0,2306	0,0608
1,6	0,3687	0,2352	0,0614
2,0	0,3847	0,2405	0,0621
2,4	0,4035	0,2463	0,0629
2,8	0,4247	0,2524	0,0639
3,2	0,4476	0,2584	0,0649
3,6	0,4715	0,2640	0,0660
4,0	0,4956	0,2689	0,0673

Im Vorhergehenden haben wir uns ausschliesslich auf den einfachsten Fall beschränkt, wo die Venusscheibe vollständig innerhalb der geometrischen Sonnenscheibe liegt, indem dieser Fall sich unmittelbar aus unseren früheren Entwickelungen ergab. Die weitere Verfolgung des Problems auf diejenigen Phasen der Erscheinung, bei denen ein Theil der Venus bereits aus der Sonnenscheibe herausgetreten ist, habe ich unterlassen, weil dieselbe erst eine genauere Untersuchung über die Lichtverhältnisse an Kreissegmenten erheischen würde, welche etwas umständlich wäre. So viel ist unmittelbar klar, dass die Erscheinung beim Austritte auch noch nach dem geometrischen Contact eine Zeit lang fortbestehen wird und sich allmälig abschwächt, in dem Maasse als die Chorde grösser wird, welche die Venusscheibe aus dem Sonnenrande herausschneidet. Die Chorden müssen unter allen Umständen durch die Diffraction vergrössert werden und deshalb die Resultate aus den Chordenmessungen das Moment des ersten inneren Contacts zu spät, dasjenige des zweiten inneren Contacts dagegen zu früh angeben. Genäherte hierauf bezügliche Intensitätstabellen findet man in der Abhandlung von Bakhuyzen, auf welche wir noch weiter unten zu sprechen kommen werden.

Die Erscheinung der Tropfenbildung wurde zum ersten Mal bei den Venusdurchgängen des vorigen Jahrhunderts 1761 und 1769 wahrgenommen und ist seitdem häufiger bei Mercursdurchgängen, sowie auch beim letzten Venusdurchgange — wenngleich in etwas anderer Weise, als man erwartete — beobachtet und vielfach discutirt und an Modellen geprüft worden. Von den verschiedenen Erklärungsversuchen, welche dieselbe veranlasste, ist namentlich der von Lalande[1]) gegebene bemerkenswerth, insofern er die Erscheinung in ursächlichen Zusammenhang bringt mit einer scheinbaren Vergrösserung der Sonnenscheibe

1) Mémoires de l'Acad. Royale des Sciences. Paris 1770. pag. 409.

und es mag seine Erklärung um so mehr hier Platz finden, als sie bis auf die neueste Zeit im Wesentlichen beibehalten worden ist.

Nachdem er Eingangs die Bemerkungen verschiedener Beobachter über die Tropfenbildung angeführt hat, fährt Lalande fort:

«Après tant de témoignages, je ne saurais regarder avec M. Pingré, ce phénomène comme dépendant des vapeurs de l'atmosphère, de la qualité de l'instrument ou de la disposition de l'oeil; il me paraît être un phénomène constant, que tous les observateurs bien préparés ont remarqué, et dont je crois apercevoir distinctement l'explication.

Dans un Mémoire, que j'ai lû, il y a peu de temps, sur le diamètre du Soleil qu'on doit employer dans le calcul de ces phénomènes, j'ai remarqué que pour concilier les observations de 1761 avec celles de 1769, il fallait diminuer de 6″,5 le diamètre du Soleil, que j'ai déterminé, par des observations exactes faites avec un héliomètre de 18 pieds; et que M. de l'Isle avait porté cette diminution encore plus loin, par la durée du passage de Mercure, observé en 1756.

Ces deux sortes de phénomènes, le ligament et la diminution du diamètre solaire, me paraissent avoir une cause commune; il me semble qu'elle n'a pas été bien conçue jusqu'à présent et je me propose de faire voir qu'on doit la chercher dans l'irradiation, ou la couronne d'aberration qui environne le Soleil. Cette aberration de lumière est une chose fort naturelle à concevoir, autour d'un globe de feu et de lumière; elle est d'autant moindre que les lunettes sont plus fortes, qu'elles sont plus parfaites et tranchent mieux les objets; voilà pourquoi l'on a toujours trouvé les diamètres du Soleil plus petits, à mesure qu'on les a observés avec de plus grandes lunettes ou de meilleurs télescopes, comme je l'ai fait voir dans mon Mémoire sur le diamètre du Soleil.

Cette aberration, quelle qu'en soit la cause ou la mesure, ne doit point avoir lieu dans la durée des passages de Vénus et de Mercure sur le Soleil. Soit BCD la circonférence du globe réel du Soleil et AFG la circonférence apparente, formée par l'anneau lumineux des rayons éparpillés qui bordent et environnent le Soleil; au moment que Vénus, arrivée au point B, touche réellement le bord effectif du globe qui constitue le Soleil, elle intercepte pour nous les rayons qui viennent de ce bord; ainsi tous les rayons de cette même partie du Soleil, qui par leur dispersion formaient la partie BA de la couronne lumineuse, doivent être interceptés également, puisqu'ils sont une émanation et un effet de la partie du disque d'où les rayons ne viennent plus jusqu'à nous; ainsi toute cette partie BA doit paraître noire comme Vénus, et ce ligament ou cette protubérance noire doit s'étendre jusqu' à la circonférence lumineuse et extérieure A; elle doit être d'autant plus mince que le segment du Soleil, caché par Vénus, devient plus petit, et aussitôt qu'un seul point du disque réel BC commence à être découvert en B, l'aberration doit reparaître toute entière, et le bord de Vénus semblera éloigné de celui du Soleil de toute la quantité AB. Cette quantité AB est d'environ 3 secondes, à en juger par la diminution que j'ai été obligé de faire au diamètre de Vénus pour accorder les durées des passages en 1761 et 1769; or Vénus employait une

minute de temps à se rapprocher du bord de la valeur de trois secondes; ainsi je ne suis pas étonné qu'il y ait des observateurs qui aient jugé la durée du ligament d'une minute comme M. Hornsby; les uns plus, comme M. Prosperin, les autres beaucoup moins, suivant qu'ils auront attendu plus tard pour estimer que Vénus était toute sur le Soleil; mais le moment de la rupture du ligament a paru, presque à tout le monde, un phénomène instantané, et c'est celui que j'ai toujours cru devoir être regardé seul comme le véritable moment du contact.»

Lalande lässt es, wie man sieht, dahingestellt, worin die Vergrösserung der Sonnenscheibe ihren Grund hat; er nennt sie bald Irradiation, bald Aberration, womit er jedoch weder sagen will, dass sie nur eine rein subjective Erscheinung sei, in dem heute üblichen Sinne des Worts Irradiation, noch auch, dass sie ausschliesslich von der sphaerischen Aberration des Objectivs herrühre. Der Gedanke, dass das Tropfenphaenomen und die scheinbare Vergrösserung der Sonnenscheibe in enger Verbindung mit einander stehen, ist hier zum ersten Mal ausgesprochen; der Fehler liegt jedoch in der Annahme, dass der über den geometrischen Sonnenrand sich ausdehnende Lichtring einzig von den Punkten des Randes erzeugt werde und veranlasst ihn zu dem Fehlschluss, dass das Moment des ersten wahren inneren Contacts stets durch ein plötzliches Zerreissen des schwarzen Bandes oder Tropfens und dem Erscheinen eines ununterbrochenen Lichtfadens zwischen Venus und Sonnenrand bezeichnet werde, während in Wirklichkeit dieses Moment im Allgemeinen erst eintreten kann, wenn der Planet sich um ein erhebliches Stück in die Sonnenscheibe hinein fortbewegt hat. Daraus erklärt sich auch, dass der aus der Zwischenzeit zwischen den beiden inneren Contacten gefolgerte Sonnendurchmesser um eine erhebliche Quantität kleiner gefunden werden musste, als der aus directen Messungen abgeleitete.

Eine allmälig an Dunkelheit zunehmende Trübung wäre nach Lalande nicht denkbar; die Brücke müsste vielmehr in allen Phasen der Erscheinung die gleiche Dunkelheit und Länge besitzen und würde nur ihre Breite der Chorde entsprechend verändern. Auch würde die Güte des Instruments nur die Länge der Brücke bedingen, sowie den Anfang der Erscheinung verzögern, dagegen das Moment des Verschwindens resp. Erscheinens der Brücke in Uebereinstimmung mit einem Instrumente schlechterer Qualität liefern; ja man könnte aus dem Umstande, dass bei einem schlechteren Instrumente die Breite des Lichtfadens im Moment des Losreissens grösser erscheinen müsste und in Anbetracht dass eine gewisse Zeit zu verstreichen hätte, bis der Lichtfaden eine bemerkbare Breite erhielte, die Folgerung ziehen, dass schlechtere Instrumente dieses Moment sogar früher, also näher der Wahrheit beobachten liessen, als bessere.

Die Erklärung Lalande's vom Tropfenphaenomen wurde von Encke adoptirt, der in der besseren Bestimmung des Moments des sogenannten Lichtfadens ein weiteres Argument dafür erblickte, dass dieses Moment für den wahren inneren Contact zu halten sei und darauf seine Rechnungen gründete. Wäre Lalande's Erklärung ausreichend, so müsste sich auch bei den äusseren Contacten eine ähnliche Erscheinung zeigen und in der That

zieht Encke[1]) (sowie später Powalky) diesen Schluss, auf Grund der Beobachtungen von Mallet und Wargentin, nach welchen sich die Venus beim äusseren Contact in den Sonnenrand hinein verlängert gezeigt habe, ein Phaenomen, das nur von wenigen Beobachtern des vorigen Jahrhunderts bemerkt zu sein scheint und sich vielleicht durch die Venusatmosphaere erklären liesse. Dass das Erscheinen resp. Verschwinden des Lichtfadens, wie aus den Untersuchungen von Encke hervorgeht, von den verschiedenen Beobachtern noch in besserer Uebereinstimmung erfasst werden konnte, als irgend eine andere weniger auffällige und bei verschiedenen Beobachtern gar nicht zu identificirende Phase der Erscheinung, ist leicht erklärlich: andererseits deuten aber auch gerade die starken Abweichungen in der Auffassung dieses Moments darauf hin, dass das Zerreissen des dunkeln Bandes in Wirklichkeit keine momentane Erscheinung gewesen sein kann. Es genügt, um sich hiervon zu überzeugen, einen Blick auf die Greenwicher Eintrittsbeobachtungen von 1769 zu werfen, die zwar bei niedrigem Sonnenstande, aber guten Bildern angestellt wurden und wohl zu den besten Beobachtungen des damaligen Durchgangs zu zählen sein dürften:

Beobachter	Erscheinung des Lichtfadens			Fernrohr			Vergr.	
Maskelyne	7^h	29^m	23^s	Tel.	2	Fuss	140	mal
Hitchins		28	57	»	6	»	90	»
Hirst		29	18	»	2	»	55	»
Horsley		29	28	Achr.	10	»	50	»
Dunn		29	48	»	$3\frac{1}{2}$	»	140	»
Dollond		29	20	»	$3\frac{1}{2}$	»	150	»
Nairne		29	20	Tel.	2	»	120	»
	Mittel:	29^m	22^s					

Zu diesen Beobachtungen bemerkt Maskelyne[2]):

«Die Differenzen zwischen den verschiedenen Beobachtern scheinen mir wirklich beträchtlich und grösser, als ich erwartete, in Betracht, dass alle Telescope von nahe gleicher Güte waren, mit Ausnahme des 6 füssigen Reflectors, dessen grösserer Güte und Vortrefflichkeit ich hauptsächlich die Differenz von 26^s zuschreibe, um welche Hitchins die innere Berührung früher sah, als ich, da ich mich auf seine Beobachtungen verlassen kann». Also gerade die mit dem stärksten Instrumente von einem sicheren Beobachter gemachte Contactbestimmung weicht fast am stärksten von dem Mittel aller Bestimmungen ab! Aehnliche Unterschiede kommen auch bei den meisten anderen Beobachtungsstationen vor.

---

1) Encke, Venusdurchgang 1769. pag. 97: «Nach den Beschreibungen von Mallet und Wargentin, die in der ersten Abhandlung enthalten sind, verlängert sich ebenfalls Venus (bei der äusseren Berührung) in den scheinbaren Sonnenrand hinein, und bildet ebenso ein schwarzes nach aussen gerichtetes Band, was plötzlich zerreisst, nicht nach und nach sich verkürzt».

2) Powalky, De Transitu Veneris anno 1769. pag. 14.

In Uebereinstimmung mit Encke, Powalky, Faye u. A. hält auch Stone[1]) das Erscheinen resp. Verschwinden des Lichtfadens für den wahren inneren Contact. Während aber jene nur dieses letztere Moment bei der Ableitung der Parallaxe berücksichtigten, glaubte Stone, dass man berechtigt wäre, auch die Notirungen über einen scheinbaren Contact in Rechnung zu ziehen, indem er aus den Beobachtungen von 1769 folgert, dass der scheinbare Contact und der wahre Contact um etwa 16^s von einander getrennt seien. Aus einzelnen Beobachtungen oder dem Mittel aller Notirungen mag ein solches Resultat vielleicht folgen; dass aber diese vermeintliche scheinbare Ränderberührung keineswegs eine bestimmt ausgesprochene Erscheinung war, geht schon daraus hervor, dass sehr viele Beobachter sie gar nicht notirt haben, die Beobachter sie in verschiedener Weise bezeichnen und dass, wie aus Encke's Zusammenstellung ersichtlich ist, die Unterschiede zwischen den Notirungen: Umkreis in Berührung und Erscheinen des Lichtfadens alle möglichen Werthe zwischen 6^s und 1^m, selbst mehr, haben können. Die Bedenken, welche Encke gegen die Benutzung der scheinbaren Contactmomente äusserte, waren somit, seiner Anschauung über den wahren Contact zufolge, wohl begründet; eine andere Frage ist allerdings die, ob er mit Hinzuziehung der letzteren nicht einen der Wahrheit näher kommenden, wenn auch mit einem grösseren wahrscheinlichen Fehler behafteten Werth für die Sonnenparallaxe erhalten haben würde.

Bei den Mercursdurchgängen ist das Tropfenphaenomen ebenfalls, wenngleich nicht so allgemein wie bei den Venusdurchgängen des vorigen Jahrhunderts, bemerkt worden. Als eines der sichersten Zeugnisse kann in dieser Beziehung die Beobachtung von Professor Gerling[2]) in Marburg, bei Gelegenheit des Durchgangs 1832, gelten, der die Erscheinung in derselben Weise beschreibt, wie die Beobachter von 1761 und 1769, ohne vorher, wie aus seinem Schreiben an Schumacher hervorgeht, auf dieselbe vorbereitet gewesen zu sein.

Bessel[3]) konnte 1832 mit dem Königsberger Heliometer nichts von einer Tropfenbildung wahrnehmen, während Argelander, der mit einem kleineren Fernrohr von $2\frac{1}{2}$ F. beobachtete, in der Entfernung von etwa $1''$ zwischen den beiden Rändern, eine Verlängerung der runden Figur des Mercur gegen den Sonnenrand bemerkte. Bessel meinte daraus schliessen zu müssen, dass einige Fernrohre die Sonne durch Irradiation vergrössern, andere sie in ihrer wahren Grösse zeigen.

Ueber die Contactbeobachtungen von 1868, beim Austritt des Mercur, giebt Newcomb[4]) eine ausführliche Zusammenstellung, aus welcher hervorgeht, dass von 50 Beobachtern 10 mit Sicherheit eine Tropfenbildung bemerkten, ungefähr ebenso viele den Lichtfaden ohne Discontinuität unendlich dünn werden sahen, andere wiederum einen plötzlichen Bruch desselben wahrnahmen; bei vielen Beobachtern finden sich gar keine näheren An-

1) Stone. Monthly Notices. Bd. 28 und 29.
2) Astron. Nachr. Bd. 10, № 228.
3) Astron. Nachr. Bd. 10, № 228.
4) American Journ. of science and arts. July 1870.

gaben. Sowohl die Zeiten der Bildung des Tropfens, als auch die Zeiten, wo der Lichtfaden unendlich dünn gesehen wurde, schwanken innerhalb 20^s bis 30^s und eine Abhängigkeit der Beobachtungen von der Objectivöffnung oder der Vergrösserung macht sich in dem Tableau nicht geltend.

In der That dürfte es sehr schwer sein, in solchen Beobachtungen irgend eine Gesetzmässigkeit zu erkennen; denn abgesehen davon, dass hier auf die individuelle Auffassung und die Ruhe der Bilder viel ankommt, fehlen selbstverständlich jegliche Angaben über die Dunkelheit der angewandten farbigen Gläser, die zu einer solchen Vergleichung unerlässlich wäre. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass die Erscheinung auch bei Mercursdurchgängen die Contactbeobachtungen beeinträchtigt hat, bei den letzteren aber weniger ausgeprägt aufgetreten ist, als bei den Venusdurchgängen des vorigen Jahrhunderts, was zum Theil an den damaligen unvollkommeneren Fernröhren und an der rascheren Bewegung des Mercur liegen mag, zum Theil aber auch dem oben erwähnten Umstande, dass die Breitendimension der Erscheinung bei Mercursdurchgängen kleiner sein muss, zuzuschreiben sein wird.

Die grossen Abweichungen, welche sich bei den Contactbeobachtungen der Venus- und Mercurs-Durchgänge gezeigt hatten, sowie die Unklarheit, welche über die physischen Erscheinungen beim Contact herrschte, veranlassten die Astronomen, beim Herannahen des Venusdurchgangs 1874, die Erscheinung an künstlichen Modellen zu studiren, bei welchen die Zeiten der wahren Contacte unabhängig von der Beobachtung, durch electrische Registrirung ermittelt werden konnten. Die ersten, welche künstliche Venusapparate anwandten, scheinen die Herren Wolf und André[1]) 1868 gewesen zu sein, und sie konnten an denselben sogleich nachweisen, dass die Zeiten der wahren Contacte nicht übereinstimmten mit den bisher als solche angesehenen Zeiten des Erscheinens resp. Verschwindens des Lichtfadens, sondern dass die letzteren einer Phase entsprachen, bei welcher der Planet innerhalb der künstlichen Sonne in nicht unerheblichem Abstande von deren geometrischem Rande sich befand; ferner bemerkten sie, dass die Tropfenbildung in einer gewissen Abhängigkeit von der Objectivöffnung stand, indem sie durch Verkleinern der Oeffnung zum Vorschein gebracht werden konnte, wenn sie bei voller Oeffnung nicht zu sehen war. Merkwürdiger Weise schlossen sie aber damals aus ihren Versuchen, die übrigens meist mit geringer Lichtintensität angestellt waren, dass das Tropfenphaenomen ein accidentelles sei, welches sich theils auf eine sphaerische Aberration des Objectivs, theils auf Fehler in der Ocularstellung zurückführen lasse.

Obwohl der Gedanke, dass auch die Diffraction am Objective die Erscheinung beeinflussen könne, mehrfach früher ausgesprochen war, so gebührt doch unstreitig Professor Bakhuyzen[2]) das Verdienst, ihren vorwiegenden Einfluss am Modell nachgewiesen und

1) Wolf et André. Annales de l'Observ. X.
2) Die Bildung des sogenannten schwarzen Tropfens beim Venusvorübergang. Astron. Nachr. Bd. 83, № 1988.

denselben theoretisch untersucht zu haben. Die betreffenden Untersuchungen machte er im Sommer 1874 bekannt, zu einer Zeit, als die meisten Beobachter sich bereits zum Aufbruch nach den ihnen designirten Beobachtungsstationen anschickten. Dieser Umstand scheint dazu beigetragen zu haben, dass sie anfänglich nicht die gebührende Beachtung fanden.

Die Beobachtungen wurden an verschiedenen Fernröhren, deren Oeffnungen zwischen 2 und 7 P. Zoll variirten, ausgeführt, und es zeigte sich die Bildung resp. Zerreissung des schwarzen Tropfens innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler für die verschiedenen Fernröhre gleichzeitig. Der Einfluss der sphärischen Aberration wurde durch Anbringen von Diaphragmen bis zu 2 Zoll vor das 7-zöllige Objectiv untersucht; wäre die sphärische Aberration die Hauptursache der Erscheinung gewesen, so hätte eine Verringerung der Oeffnung auch eine Verschmälerung der schwarzen Brücke zur Folge haben müssen. Statt dessen wurde eine erhebliche Verbreiterung derselben wahrgenommen. Diese Verbreiterung konnte ferner nicht in der verringerten Lichtstärke des Focalbildes ihren Grund haben, da man sie nicht bemerkte, sobald bei vollem Objective ein Moderationsglas zwischen Ocular und Auge gebracht wurde. Eine Aenderung in der Pointirung des Oculars änderte die Breite der Brücke nicht und beeinträchtigte nur die Schärfe der Bilder. Um zu untersuchen, ob die Polyopie von Einfluss sei, wurde vor die Pupille — und nach einander an verschiedenen Stellen derselben — ein Schirm mit einer kleinen Oeffnung von ein paar Zehntel-Millimeter vorgeschoben, wodurch die Breite des auf die Pupille fallenden Lichtkegels und damit die Wirkung der ungleichen Brechung in den verschiedenen Theilen der Augenlinse vermindert werden musste; aber auch in diesem Falle zeigte sich, statt einer Verschmälerung, eine Verbreiterung der dunklen Brücke, was Bakhuyzen mit Recht einer verstärkten Diffractionswirkung, in Folge der Verkleinerung des Lichtkegels durch die kleine Oeffnung, zuschrieb.

Die von Bakhuyzen berechneten Intensitätstabellen, welche unter den Voraussetzungen $2R = 4$, 7 und 10 Par. Zoll für die Mitte zwischen wahrem Venus- und wahrem Sonnenrand gelten, sind nur genähert richtig, indem sie, wahrscheinlich in derselben Weise wie die Schwerd'schen und André'schen Tabellen, durch mechanische Quadratur erhalten worden sind — über die Art der Berechnung finden sich keine weiteren Angaben —; auch sieht man, dass die Unterschiede zwischen meinen und seinen Tabellen oft nicht unerheblich sind; nichtsdestoweniger geben sie ein anschauliches Bild von der Lichtvertheilung zwischen den Rändern, und gegen die aus denselben gezogenen Schlüsse lässt sich nichts einwenden, indem die exacten Formeln zu denselben Resultaten führen. Es erübrigte nur auf analytischem Wege eine allgemeinere Beschreibung dieser interessanten Erscheinung zu geben und die Vertheilung der Intensisät auch jenseits der wahren Sonnen- und Venusränder in Betracht zu ziehen, und dazu hoffe ich in dem Vorhergehenden einen Beitrag geliefert zu haben.

Eine ausführliche Beschreibung des Tropfenphaenomens an künstlichen Modellen ha-

ben kürzlich die Herren André und Angot — in der mehrfach citirten Abhandlung — bekannt gemacht, welche im Wesentlichen die Bakhuyzen'schen Erfahrungen bestätigt und in manchen Punkten noch ergänzt. Unter Anderem geht aus diesen Versuchen, die meist mit electrischem Licht angestellt wurden, hervor, dass nicht nur die Breite, sondern auch die Länge der dunklen Brücke (jedoch in geringerem Maasse) durch eine Verringerung der Objectivöffnung vergrössert wird, was in Uebereinstimmung mit der anderweitig von ihnen gemachten Erfahrung steht, dass die Lichtscheiben bei sehr intensivem Lichte dementsprechend grössere Durchmesser besitzen. Ferner fanden sie, dass auch die Wahrnehmung der ersten Trübung, beim 2ten inneren Contact, um so früher erfolgt, je kleiner die Oeffnung ist. Für ein Fernrohr von 6 Zoll zeigte sich die erste Trübung im Mittel 50^s bis 55^s vor dem geometrischen Contact, für ein anderes von 4 Zoll ungefähr 65^s und für ein drittes von 2 Zoll gar 130^s vor dem Contact.

Von besonderem Interesse scheint mir die Bemerkung zu sein, dass eine bestimmte Phase der Erscheinung sich besonders markirte, nämlich beim zweiten inneren Contact: «le moment où, la partie centrale du ligament ayant pris son maximum de teinte, ses arêtes contiguës au Soleil commencent à se courber» und entsprechend beim ersten inneren Contact: «le moment où, la teinte de la partie centrale n'ayant point encore diminué, les bords de ce ligament devenaient rectilignes au voisinage du Soleil». Bei einiger Uebung soll sich dieses Moment an ihrem Modell bis auf eine Secunde genau haben beobachten lassen, und zwar fanden sie, dass es sehr nahe übereinstimmte mit dem electrisch registrirten Momente des wahren Contacts. Aus einer Beobachtungsreihe mit dem 4-zölligen Fernrohre ergab sich ihnen nämlich das folgende Resultat:[1])

für den 2ten inneren Contact:

Cont. obs.	Cont. enreg.	Obs.-Enreg.
0^s4	2^s8	-2^s4
0,2	2,2	— 2,0
0,0	1,0	— 1,0
0,7	2,5	— 1,8
0,2	1,5	— 1,3
0,9	1,9	— 1,0
		-1^s6

für den 1ten inneren Contact:

Cont. obs.	Cont. enreg.	Obs.-Enreg.
0^s1	0^s0	$+0^s1$
1,4	0,0	+ 1,4
1,7	0,6	+ 1,1
0,8	0,0	+ 0,8
1,7	0,9	+ 0,8
—0,2	0,0	— 0,2
		$+0^s7$

1) Annales de l'Éc. Norm. 1881. pag. 356.

Diese Unterschiede sind in der That sehr gering, wenn man bedenkt, dass die erste Trübung sich bei diesem Fernrohr ungefähr 65^s (entsprechend einem Ränderabstand von 2$''$,1) vor dem wahren Contacte bemerkbar machte. Wie wir nun oben zeigten, müssen die Curven constanter Intensität, welche das Ligament begrenzen, convex gegen die Centrallinie gekrümmt sein und das Minimum ihrer Krümmung gerade beim geometrischen Contact erlangen. Die obige Wahrnehmung bestätigt dies vollkommen, und liefert damit einen weiteren Beleg für die allgemeine Richtigkeit der Erklärung dieses Phaenomens als einer Diffractionserscheinung. In Uebereinstimmung mit der Theorie ist auch die Bemerkung, dass eine dunkle Scheibe von 6 mal kleinerem Durchmesser, welche Mercur auf der Sonne darstellen sollte, das dunkle Band *relativ* grösser zeigte, insofern sich das Wort «relativ» auf das Verhältniss der Dimensionen der Brücke zum Durchmesser des Planeten bezieht. Wie nämlich oben gezeigt wurde, muss die Länge der Brücke für verschiedene Planetenscheiben dieselbe sein und die Breite proportional den Quadratwurzeln aus deren Durchmessern.

Auf photographischem Wege haben die Herren André und Angot die directen Beobachtungen bestätigt gefunden, und dies ist insofern wichtig, als dadurch jeglicher Zweifel darüber gebannt wird, dass die Erscheinung wirklich eine objective Existenz und nicht nur im Auge des Beobachters — in Folge von Irradiation oder Polyopie — ihren Grund hat. Die Photographien, von denen sich einige Copien am Ende ihrer Abhandlung vorfinden, zeigen uns die Venusscheibe beim geometrischen Contact weit innerhalb der Sonnenscheibe stehend und mit dem Sonnenrande durch ein dunkles Band verbunden, das um so länger und schmaler ist, je grösser die Expositionsdauer bei gleicher Intensität genommen war. Auch die Krümmung der Curven gleicher Intensität gegen die Centrallinie macht sich auf denselben deutlich bemerkbar.

Es kann hiernach wohl als ausgemacht gelten, dass die Tropfenbildung an künstlichen Modellen der Hauptsache nach eine Diffractionserscheinung ist. Dabei bleibt es nicht ausgeschlossen, dass auch noch andere Ursachen, wie Fehler im Objective, eine erhebliche sphaerische Aberration und unvollkommene Achromasie, unter Umständen an der Erscheinung mitwirken, sie vergrössern und verzerren können. Auwers[1]) erwähnt z. B. eines Fernrohrs, welches das Moment der Tropfenbildung (wohl zu unterscheiden von der ersten Trübung) bereits bei einem Ränderabstand von 0$''$,4 bis 0$''$,5, oder 12^s bis 15^s vor dem Contacte eintreten liess, während alle übrigen von ihm untersuchten Fernröhre (zwischen 24 und 52 Linien Objectivöffnung) dieses Moment durchschnittlich bei einem Ränderabstand von 0$''$,1 zeigten. Auch ist es wahrscheinlich, dass die unvollkommenen Fernröhre des vorigen Jahrhunderts wesentlich zur Vergrösserung der Erscheinung beigetragen haben. Bei den jetzigen vollkommneren Fernröhren scheinen dagegen diese Ursachen, wie aus den Versuchen von Bakhuyzen, André u. A. hervorgeht, keinen merklichen Einfluss zu äussern.

1) Auwers, Bericht über die Beobachtung des Venus-Durchgangs 1874 in Luxor, pag. 155.

Dahingegen hat sich bei dem letzten Venusdurchgang herausgestellt, dass bei diesen noch ein anderer Umstand hinzutritt, der die Erscheinung complicirt und in Wirklichkeit abweichend vom Modell darstellt, nämlich die Venusatmosphäre, deren Existenz man schon früher vermuthete, die aber erst seit dem letzten Durchgang ausser Frage gestellt ist. Auwers giebt hierüber die folgende Beschreibung[1]):

«Als der Planet dem Sonnenrande sehr nahe gekommen war, begann der schmale Lichtstreifen sich zu trüben und die Trübung nahm etwa 15^s lang allmälig zu, alles ganz wie beim Modell; alsdann aber wurde der Verlauf ein anderer; vergeblich wartete ich auf die bekannte plötzliche Vermehrung der Trübung in der Mitte (am Modell), sie verdunkelte sich vielmehr und verbreiterte sich zugleich continuirlich, ohne innerhalb der nächsten 10^s bis 15^s in irgend einem Theile die volle Dunkelheit der Scheibe anzunehmen — indem in gleichem Verhältniss, jedoch etwas minderem Masse, wie die Beugung des Lichts die Helligkeit der getrübten Stelle verringerte, eine Erleuchtung derselben durch den hellen Atmosphaerenring zur Geltung kam, ohne dass indess bereits das kurze auf hinreichend dunkeln Grund projicirte Stück dieses Ringes schon selbst erkannt werden konnte, wie dies gleichzeitig Col. Campbell mit sehr viel stärkeren optischen Mitteln gelang». «Bald darauf wurde ich erst darüber, dass der ausgetretene Theil der Venus sichtbar blieb, sicher, und noch später, nicht viele Secunden vor dem für *scheinbare Berührung des inneren Randes* notirten Momente, kam die Ursache dieser Sichtbarkeit zum unverkennbaren Vorschein»; und weiter:

«Nach den Beobachtungen am Modell ist der Verlauf eines Austritts für das $4\frac{1}{2}$ füssige Fernrohr, bei 171 facher Vergrösserung und ruhigen Bildern, folgender:

eine schwache Trübung beginnt etwa....	bei	— 0″,77	Randabst.	oder	— 23ˢ,3	vor der Berührung	
die schwache Trübung wird sehr merklich	»	— 0,52	»	»	— 15,8		
die Trübung ist stark geworden........	»	— 0,17	»	»	— 5,2		
Tropfenbildung findet statt	»	— 0,06	»	»	— 1,8		
der Tropfen ist sehr dick	»	+ 0,07	»	»	+ 2,1	nach der Berührung	
die Verbindung ist ein breites Band geworden	»	+ 0,26	»	»	+ 7,9		

Die wirkliche Erscheinung war nun mit derjenigen am Modell übereinstimmend bis zur «Tropfenbildung» oder einer unmittelbar vor derselben liegenden Phase. Früher beobachtete Phasen sind also wesentlich vergleichbar» etc.

Aehnlich lauten auch die Berichte anderer Beobachter. Eine eigentliche Tropfenbildung, wie sie sich bei den Modellbeobachtungen übereinstimmend zeigte, bei welcher der

---

1) A. a. O. pag. 156 u. 158.

centrale Theil der Trübung eine Schwärze erlangte, die der Dunkelheit der Venusscheibe nahe gleich kam, scheint nirgends bemerkt worden zu sein. Die meisten Beobachter haben nur eine schwache Trübung oder selbst gar nichts Auffallendes bei der Annäherung der Venus an den Sonnenrand wahrgenommen — und das letztere liesse sich sehr wohl durch Uebermüdung und dadurch verursachte geringere Empfindlichkeit der Augen, in Folge des langen Hinsehens nach der Sonne, erklären. Immerhin bleibt es wahrscheinlich, dass die Ursachen der Erscheinung, selbst wenn letztere nicht einmal besonders bemerkt wurde, auf die Auffassung der Contactmomente von Einfluss gewesen sind und die vermeintliche Sicherheit der Beobachtungen in nicht unerheblichem Maasse beeinträchtigt haben.

Es folgt daraus, dass die Modellbeobachtungen, deren Nutzen im Uebrigen nicht bestritten werden soll, doch nicht die Erscheinung so naturgetreu wiedergeben, dass man irgend welche genauer bestimmbare Phasen am Modell in der Wirklichkeit wiederfinden könnte. Man kann es aber als wahrscheinlich ansehen, dass diejenigen Ursachen, welche eine Verringerung der Tropfenbildung am künstlichen Modell zur Folge haben, um so mehr den Einfluss derselben auf die Contactbeobachtungen bei den wirklichen Durchgängen verringern werden und man muss desshalb hauptsächlich darauf bedacht sein, mit Rücksicht auf den bevorstehenden Venusdurchgang, solche Ursachen an den künstlichen Modellen genauer zu untersuchen. Namentlich müsste der Einfluss der Dunkelheit und Farbe der Blendgläser auf die Erscheinung geprüft werden. Unseren obigen Betrachtungen zufolge, liegt es auf der Hand anzunehmen, dass die Trübung um so schwächer hervortreten wird, je dunkler die Blendgläser sind, indem dadurch jedenfalls die Ausdehnung derselben in der Richtung der Centrallinie verkleinert werden müsste, und in der That wird dies durch die Beobachtungen von André und Angot bestätigt. Auf Grund derselben schlägt Herr André vor, graduirte Blendgläser zu benutzen, deren Dunkelheit stetig von einer Seite zur andern zunimmt. Die Methode der Beobachtung, z. B. für den ersten inneren Contact, würde dann darin bestehen, zunächst die hellere Seite des Blendglases vor das Auge zu bringen und abzuwarten, bis sich eine Spur der Brücke bemerkbar macht; alsdann das Blendglas nach dem dunkleren Ende hin fortzubewegen, bis die Brücke auf einen schmalen dunklen Streifen (senkrecht zur Centrallinie) reducirt ist; erhält nach Verlauf von ein paar Secunden die Brücke abermals eine bemerkbare Ausdehnung in der Richtung senkrecht zum Sonnenrande, das Glas noch weiter zu schieben und so successive fortzufahren, bis der Zeitpunkt eintritt, wo sich die Venusscheibe vom Sonnenrande losreisst. Wie genau dies Moment auf diesem Wege am künstlichen Modell (bei sehr intensiver Beleuchtung) erfasst werden kann und wie nahe dasselbe mit den registrirten Zeiten der inneren Contacte übereinstimmt, zeigen die folgenden Beobachtungsreihen von Herrn André[1]):

---

1) Ann. de l'Éc. Norm. 1881. pag. 366.

Eintritt.		Austritt.	
Oeffn. = 100^{mm}	Oeffn. = 60^{mm}	Oeffn. = 100^{mm}	Oeffn. = 60^{mm}
Obs.—Enr.	Obs.—Enr.	Obs.—Enr.	Obs.—Enr.
+ 0^{s}3	+ 0^{s}6	+ 0^{s}7	+ 1^{s}2
+ 0,0	+ 1,1	+ 0,1	+ 1,6
+ 0,6	+ 1,0	— 0,8	— 1,6
+ 0,1	+ 1,0	— 1,0	— 1,0
+ 0,3	+ 0,9	— 0,8	— 0,3
+ 0,1	+ 0,5	+ 0,6	— 0,9
+ 0^{s}23	+ 0^{s}85	— 0,2	— 1,2
		— 0^{s}18	— 0^{s}30

Noch einfacher und zweckmässiger dürfte es vielleicht sein, an Stelle graduirter Blendgläser Polarisationshelioscope zu benutzen. Ich will bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen, dass man wohl auch mit der Verdunkelung der Sonnenscheibe ein gewisses Mass nicht wird überschreiten dürfen, ohne Nachtheil für die Schärfe der Begrenzung des Sonnen- und Venusrandes. Wenigstens habe ich an gut begrenzten dunkeln Sonnenflecken öfters die Bemerkung gemacht, dass durch allzu starkes Verdunkeln die Penumbra verschwand, zugleich aber auch die Begrenzung des Flecks selbst undeutlich wurde. Etwas Aehnliches nimmt man wahr, wenn man das Helioscop umgekehrt auf das Maximum der noch etwa zu ertragenden Helligkeit einstellt.

Dem obigen Vorschlag lässt indess Herr André noch einen zweiten folgen, der sich jedenfalls nicht in der Weise theoretisch rechtfertigen lässt, wie er es gethan. Er geht nämlich davon aus, dass ein Schirm mit einer grossen Zahl kleiner runder Oeffnungen, vor das Objectiv des Fernrohrs geschoben, für einen Lichtpunkt das centrale Scheibchen verkleinert und die relative Intensität der umgebenden Maxima vergrössert. Zugegeben, dass dies der Fall ist, wie es ja sowohl a priori, als auch andererseits aus den Versuchen von Dawes u. A. zu folgen scheint, was folgt hieraus für leuchtende Scheiben? — meiner Ansicht nach nur, dass die Diffractionswirkung an derartigen Oeffnungen eine viel grössere sein muss, während über den Verlauf der Intensitätscurve, namentlich in der Nähe des geometrischen Randes, worauf es hier hauptsächlich ankommt, sich von vornherein so gut wie gar nichts aussagen lässt; ich bestreite daher vollends, als theoretisch unerwiesen, die ohne weitere Begründung von Herrn André gezogene Schlussfolgerung:

«Un écran ainsi construit devait donc réduire dans une notable proportion les dimensions et la durée du ligament noir: c'est, en effet, ce qui a lieu».

Ob es sich wirklich so verhält, lasse ich dahingestellt. Detaillirtere Angaben hat Herr André über diese Versuche nicht mitgetheilt; auch keine hierauf bezügliche Beobachtungen bekannt gemacht. Jedenfalls wäre zu wünschen, dass sich die Beobachter des nächsten Durchgangs nicht so ohne Weiteres zu einer Beobachtungsmethode entschliessen

möchten, die an und für sich abnorm erscheint und zu verschiedenen Bedenken Anlass giebt.

Im Anschluss an die vorausgegangene Untersuchung über die Tropfenbildung, mag hier noch die Beschreibung der entsprechenden Erscheinung für eine schmale keilförmige Lichtscheibe, d. h. einer von zwei Geraden begrenzten und sich nach einer Seite in's Unendliche erstreckenden Lichtscheibe, folgen, welche sich dem Früheren zufolge leicht erledigen lässt, sobald man die Untersuchung auf Punkte beschränkt, welche innerhalb des Keils und nicht in unmittelbarer Nähe der Spitze desselben sich befinden. Unter diesen Voraussetzungen kann man den Einfluss der im Scheitelwinkel des Keils gedachten Lichtpunkte als verschwindend ansehen und erhält alsdann für die Intensität eines Punktes, dessen Abstände von den Begrenzungslinien (multiplicirt mit der Zahl $\frac{2\pi}{\lambda}R$), e_1 und e_2 sind, den Ausdruck:

$$J = 0{,}2704\,(e_1 + e_2) - 0{,}0240\,(e_1^3 + e_2^3)$$

vorausgesetzt dass e_1 und e_2 klein sind, während für Punkte, welche in weiteren Entfernungen von den Begrenzungslinien liegen:

$$J = 1 - \frac{2}{\pi^2}\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2}\right)$$

folgt. In erster Annäherung sind daher die Curven constanter Intensität oder Niveaulinien, in der Nähe der Spitze des Keils, durch: $e_1 + e_2 =$ Const. bestimmt, d. h. Gerade, welche zur Halbirungslinie des Keils senkrecht stehen; mit Berücksichtigung des zweiten Gliedes, das um so grösser ist, je verschiedener die Abstände e_1 und e_2 sind, ergiebt sich weiter, dass diese Niveaulinien stets convex gegen die Spitze des Keils gekrümmt sind und dass die Krümmung mit wachsender Entfernung von der Spitze zunimmt. Ihre Gestalt nähert sich ferner immer mehr und mehr, je grösser die Entfernung von der Spitze wird, einer Curve, deren Gleichung durch $\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} = \frac{1}{c}$ (wo c eine Constante) gegeben ist und mit Bezug auf ein senkrechtes Coordinatensystem, dessen X-Axe die Halbirungslinie ist, auf die Form

$$\frac{\left(x - \frac{c}{\sin i}\right)^2}{\left(\frac{c}{\sin i}\right)^2} - \frac{y^2}{\left(\frac{c}{\cos i}\right)^2} = 1$$

gebracht werden kann, d. h. einer Hyperbel, mit den Halbaxen

$$a = \frac{c}{\sin i} \qquad b = \frac{c}{\cos i}$$

und der numerischen Excentricität $\varepsilon = \sec i$, wenn $2\,i$ den Winkel des Keils bedeutet. Der Scheitel des negativen Zweigs dieser Hyperbel liegt in der Spitze des Keils und derjenige des positiven Zweigs, der hier allein in Betracht kommt, in dem Abstande $2\,c$ von den Begrenzungslinien.

Die Intensität in der Halbirungslinie ist insbesondere durch

$$J = 0{,}5407 \sin i \cdot x - 0{,}0480 \sin^3 i \cdot x^3$$

$$\text{und} \quad J = 1 - \frac{4}{\pi^2 \sin i} \cdot \frac{1}{x}$$

gegeben. Die Intensitätszunahme ist daher Anfangs constant, nimmt aber stetig mit wachsendem x ab und ist schliesslich in grösseren Abständen von der Spitze umgekehrt proportional dem Quadrate des Abstandes.

Damit wäre die Tropfenbildung innerhalb des Keils vollständig beschrieben. Ausserhalb des Keils, und namentlich um dessen Spitze herum, können Maxima und Minima der Intensität auftreten, wenn die Oeffnung des Keils $2\,i$ hinreichend klein ist. Die bezügliche Untersuchung, die übrigens keine grossen Schwierigkeiten bereitet, will ich hier nicht durchführen, indem ich im nächsten Capitel etwas eingehender den Grenzfall $2\,i = 0$ oder die Intensitätsvertheilung an einer geraden Lichtlinie behandeln werde. Diese Untersuchung wird zum Theil die früher erhaltenen Resultate bezüglich der Lichtvertheilung an geradlinig begrenzten Scheiben bestätigen.

Ich bemerke nur noch, dass der soeben betrachtete Fall einer keilförmigen Lichtscheibe ebenfalls in der Natur vorkommt, nämlich bei den Sonnenfinsternissen, insofern man den Sonnen- und Mondrand als geradlinig begrenzt ansehen kann. Dass man eine der Tropfenbildung analoge Erscheinung hier niemals wahrgenommen hat[1]) — wenigstens ist mir keine hierauf bezügliche Bemerkung bekannt — liesse sich zum Theil aus der schnellen relativen Bewegung der Gestirne und der dadurch bedingten sehr raschen Veränderung des Phaenomens, zum Theil auch dadurch erklären, dass bei diesen Beobachtungen die Aufmerksamkeit naturgemäss mehr auf andere Gegenstände gerichtet ist. Auch könnte der Umstand, dass bei centralen Finsternissen die Erscheinung sich gleichmässig über eine grössere Fläche verbreiten müsste, sie weniger auffällig machen. — Im Zusammenhange damit scheint aber eine merkwürdige Beobachtung von Herrn Wagner[2]) zu stehen. Gelegentlich der ringför-

1) *Anmerkung.* Einer Note von Herrn André (Comptes Rendus 1882. № 21) entnehme ich nachträglich, dass eine der Tropfenbildung analoge Erscheinung bei der letzten Sonnenfinsterniss am 17. Mai 1882 in Lyon beobachtet worden ist. Bei der Annäherung des dunkeln Mondrandes an die Sonnenflecken, die sich an jenem Tage in grösserer Anzahl auf der Sonne befanden, wurde von den Herren Gonnessiat und Marchand eine Trübung zwischen dem dunklen Mondrande und den Sonnenflecken bemerkt, welche die Penumbra an Dunkelheit merklich übertraf und einen ähnlichen Verlauf darbot, wie die Tropfenbildung bei den Vorübergängen der unteren Planeten.

2) Observ. de Poulkova. Vol. XII (im Druck).

migen Sonnenfinsterniss am 5./6. März 1867 (für Pulkowa 9,8 Zoll), welche er am Passageninstrumente in Pulkowa beobachtete, bemerkte er, etwa 9 Min. vor der grössten Phase, am östlichen Horn eine Anzahl Interferenzfransen, die um die Spitze des Horns herum gekrümmt waren. Die Erscheinung trat erst gegen Ende des Meridiandurchgangs auf und kann nur kurze Zeit angedauert haben. Da nun der Winkel zwischen dem Sonnen- und Mondrande um diese Zeit beiläufig 15° betragen haben mag, so lässt sich nicht gut annehmen, dass die Erscheinung als eine Folge der Diffraction bei vollkommen ebenem Mondrande eingetreten sein würde. Andernfalls hätte sie sich auch vorher an der vorausgehenden Hornspitze zeigen müssen. Sie erklärt sich indess zur Genüge, sobald man annimmt, dass die Hornspitze durch eine Unebenheit am Mondrande erheblich verfeinert und in eine dünne Lichtlinie ausgezogen wurde. Ob ähnliche Wahrnehmungen von andern Beobachtern gemacht worden sind, ist mir nicht bekannt.

Capitel VII.

Untersuchung der Lichtvertheilung an Lichtlinien.

L_2, L_1, ζ, ε_1, P, O, δ

Es sei $L_1 L_2$ das geometrische Bild einer geraden homogenen Lichtlinie. P ein beliebiger Punkt in der Focalebene. O der Punkt, in welchem das Perpendikel aus P die Verlängerung der Lichtlinie schneidet; ferner die Lage von P gegen die Lichtlinie durch die Grössen

$$OP = \delta \qquad OL_1 = \varepsilon_1 \qquad OL_2 = \varepsilon_2$$

gegeben. Jeder Punkt der Lichtlinie trägt dann zur Intensität des Punkts P die Quantität

$$4\pi^2 R^4 \cdot \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 \quad \text{wo} \quad z = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \zeta$$

bei und die resultirende Intensität von P ist demnach:

$$\mathfrak{J} = 4\pi^2 R^4 \cdot \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 d\varepsilon$$

wenn $d\varepsilon$ ein Element der Lichtlinie bezeichnet. Setzen wir also wie früher

$$d = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \delta \qquad e = \frac{2\pi}{\lambda} R \cdot \varepsilon$$

so wird, mit Fortlassung des Factors $2\pi\lambda R^3$,

$$\mathfrak{J} = \int_{e_1}^{e_2} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 \cdot de = \int_{z_1}^{z_2} \frac{(J_1(z))^2}{z\sqrt{z^2-d^2}}\, dz$$

$$z_1^2 = d^2 + e_1^2 \qquad z_2^2 = d^2 + e_2^2.$$

Würde dagegen O nicht in die Verlängerung, sondern in die Lichtlinie selbst fallen, so wäre die Intensität von P:

$$\mathfrak{J} = \int_{d}^{z_2} \frac{(J_1(z))^2}{z\sqrt{z^2-d^2}}\, dz + \int_{d}^{z_1} \frac{(J_1(z))^2}{z\sqrt{z^2-d^2}}\, dz$$

Dem Früheren analog definiren wir hier die *volle* Intensität als diejenige, welche ein Punkt der Lichtlinie besitzt, wenn diese sich nach beiden Seiten in's Unendliche erstreckt und wollen die Intensität von P auf diese letztere als Einheit beziehen. Nach dieser Definition bestimmt sich die *volle* Intensität aus dem Integrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz = 2\int_{0}^{\infty} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz$$

dessen Werth auf folgendem Wege in endlicher Form erhalten werden kann.

Wegen
$$J_1(z) = \frac{2}{\pi} \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} \sin(z \sin a) \cdot \sin a\, da$$

hat man zunächst

$$\int_{0}^{\infty} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz = \frac{4}{\pi^2} \int_{0}^{\infty} dz \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin(z \sin a) \cdot \sin(z \sin b)}{z^2} \cdot \sin a \sin b\, da db$$

Ferner ist bekanntlich:

$$\int_0^\infty \frac{\sin\alpha x \,.\, \sin\beta x}{x^2}\,dx = \begin{cases} \frac{\pi}{2}\beta & \text{wenn } \alpha \geqq \beta \\ \frac{\pi}{2}\alpha & \text{»} \quad \alpha \leqq \beta \end{cases}$$

Vertauscht man daher im dreifachen Integrale die Integrationsordnung, indem man zuerst nach z integrirt und zerlegt dementsprechend das Integral, hinsichtlich der Integration nach a und b, in zwei Theile, von welchen der eine diejenigen Werthe von a und b umfasst, für welche $\sin a > \sin b$, der andere diejenigen Werthe, für welche $\sin a < \sin b$ ist, so hat man mit Rücksicht auf das obige Integral sofort:

$$\int_0^\infty \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} da \int_0^a \sin a \sin^2 b\, db + \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} da \int_a^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 a \sin b\, db$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (a \sin a + \sin^2 a \cos a)\, da$$

und folglich wegen

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} a \sin a\, da = 1 \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 a \cos a\, da = \frac{1}{3}$$

die *volle* Intensität gleich

$$(1) \ldots\ldots\ldots\ldots \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz = \frac{8}{3\pi}$$

Bemerkenswerth ist hier wieder die einfache Beziehung, in welcher der Gesammtinhalt des von der Curve $y = \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2$ und der Abscissenaxe $z = 0$ begrenzten Flächenstücks zur Zahl π steht.

Die Intensität eines Punkts P, auf die *volle* Intensität als Einheit bezogen, ist sonach:

$$\mathfrak{J} = \frac{3\pi}{8} \int_{z_1}^{\infty} \frac{(J_1(z))^2}{z\sqrt{z^2-d^2}}\, dz \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

wo $z_1^2 = d^2 + e^2$ und der Einfachheit halber L_2 unendlich entfernt gedacht wird.

Liegt P in der Richtung der Lichtlinie, so ist $d = 0$ und daher

$$\mathfrak{J}(e) = \frac{3\pi}{8} \int_{e}^{\infty} \left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz,$$

wobei e das negative oder positive Vorzeichen zu geben ist, je nachdem P in die Lichtlinie selbst oder deren Verlängerung fällt. Ferner ist

$$\mathfrak{J}(+e) + \mathfrak{J}(-e) = 1$$

und insbesondere die Intensität im Endpunkte L_1

$$\mathfrak{J}(0) = \frac{1}{2}$$

Die Intensitätscurve $y = \mathfrak{J}(e)$ besitzt in diesem Fall keine Maxima und Minima, sondern nur Inflexionspunkte, deren Lage durch $J_1(e) = 0$ und $J_2(e) = 0$ bestimmt ist. In den Punkten, für welche $J_1(e) = 0$ oder genähert $e = m\pi + \frac{\pi}{4}$ ist, läuft die Curve der Abscissenaxe parallel.

Ist e klein, so kann man zur Berechnung von $\mathfrak{J}(e)$ wiederum von der Transformation

$$(J_1(z))^2 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} J_2(2z \sin\alpha)\, d\alpha = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{z^{2n}}{(n-1)!\,(n+1)!} \cdot \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n}\alpha\, d\alpha$$

Gebrauch machen und erhält alsdann $\mathfrak{J}(e)$ aus der convergenten Entwickelung:

$$\mathfrak{J}(e) = \frac{1}{2} - \frac{3\pi}{8} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1}\, b_n \cdot e^{2n-1}$$

wo die Coefficienten b_n mit den Coefficienten a_n auf pag. 23 durch die einfache Relation $b_n = \frac{2n}{2n-1} a_n$ zusammenhängen.

Den allgemeineren Fall für beliebige d wollen wir nur unter der Voraussetzung betrachten, dass $z_1 = PL_1$ einen einigermassen erheblichen Werth besitzt. Dies genügt, um eine genäherte Vorstellung von der Lichtvertheilung in der Focalebene zu gewinnen.

Unter dieser Voraussetzung können wir in (2) mit grosser Annäherung (siehe pag. 24):

$$\left(J_1(z)\right)^2 = \frac{1 - \sin 2z}{\pi z}$$

setzen und erhalten dann an Stelle von (2):

$$\text{(3)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathfrak{J} = \frac{3}{8}\left\{\int_{z_1}^{\infty}\frac{dz}{z^2\sqrt{z^2 - d^2}} - \int_{z_1}^{\infty}\frac{\sin 2z}{z^2\sqrt{z^2-d^2}}\,dz\right\}$$

$$= \frac{3}{8}\left\{\frac{z_1 - e}{z_1 d^2} - \int_{z_1}^{\infty}\frac{\sin 2z}{z^2\sqrt{z^2-d^2}}\,dz\right\}$$

Um einen genäherten Werth für das zweite Integral zu finden, substituiren wir zunächst

$$y = z^2 - z_1^2$$

wodurch letzteres folgende Form erlangt:

$$\int_{z_1}^{\infty}\frac{\sin 2z}{z^2\sqrt{z^2-d^2}}\,dz = \int_0^{\infty}\frac{\sin\left(2\sqrt{z_1^2+y}\right)}{2\left(z_1^2+y\right)^{\frac{3}{2}}\sqrt{e^2+y}}\,dy$$

und verfahren nun in ähnlicher Weise wie auf pag. 30. Da z_1 gross vorausgesetzt wird — es mögen e und d im Uebrigen beliebig sein — so ist für kleine y sehr nahe

$$\frac{\sin\left(2\sqrt{z_1^2+y}\right)}{\left(z_1^2+y\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\sin\left(2z_1 + \frac{y}{z_1}\right)}{z_1^3}$$

und andererseits der Beitrag des Theilintegrals zwischen den Grenzen y und ∞, zu dem vollständigen Integral zwischen 0 und ∞, sehr klein, sobald die Zahl y einen einigermassen erheblichen Werth hat. In Folge dessen ist genähert:

$$\int_{z_1}^{\infty}\frac{\sin 2z}{z^2\sqrt{z^2-d^2}}\,dz = \frac{1}{2z_1^3}\int_0^{\infty}\frac{\sin\left(2z_1+\frac{y}{z_1}\right)}{\sqrt{e^2+y}}\,dy$$

und wenn man hierin $x^2 = \frac{e^2 + y}{z_1}$ an Stelle von y substituirt

$$\int_{z_1}^{\infty} \frac{\sin 2z}{z^2 \sqrt{z^2 - d^2}} dz = \frac{1}{z_1^{\frac{5}{2}}} \int_{\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}}^{\infty} \left(\sin 2z_1 \cdot \cos\left(x^2 - \frac{e^2}{z_1}\right) + \cos 2z_1 \cdot \sin\left(x^2 - \frac{e^2}{z_1}\right)\right) dx$$

$$= \frac{1}{z_1^{\frac{5}{2}}} \cdot \left\{ \sin 2z_1 \cdot M\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) + \cos 2z_1 \cdot N\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right)\right\}$$

und damit schliesslich:

$$\mathfrak{J} = \frac{3}{8} \cdot \frac{z_1 - e}{z_1 d^2} - \frac{3}{8 \cdot z_1^{\frac{5}{2}}} \cdot \left\{ \sin 2z_1 \cdot M\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) + \cos 2z_1 \cdot N\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right)\right\} \ldots\ldots \textbf{(4)}$$

Die hier auftretenden Functionen M und N, welche als die Grundform der Fresnel-schen Integrale anzusehen sind, habe ich bei einer anderen Gelegenheit besprochen und in Tafeln gebracht[1]). Hier möge nur erwähnt sein, dass diese Functionen stetig, ohne Maxima und Minima zu besitzen, von dem Werthe $M(x) = N(x) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}}$ für $x = 0$, bis zum Verschwinden für $x = \infty$ abnehmen, und dass ferner für einigermassen erhebliche Argumente sehr genähert $M(x) = 0$, $N(x) = \frac{1}{2x}$ ist.

In der Richtung der Lichtlinie, d. h. für $d = 0$, $e = z_1$ ist nun:

$$\frac{z_1 - e}{z_1 d^2} = \frac{1}{2z_1^2} \qquad M\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) = 0 \qquad N\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) = \frac{1}{2\sqrt{z_1}}$$

und demnach:

$$\mathfrak{J} = \frac{3}{16} \cdot \frac{1}{z_1^2}\left(1 - \frac{\cos 2z_1}{z_1}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(4a)}$$

welchen Ausdruck man übrigens auch unmittelbar aus (3) mit Rücksicht auf den Näherungswerth

$$\int_{z_1}^{\infty} \frac{\sin 2z}{z^3} dz = \frac{\cos 2z_1}{2z_1^3}$$

hätte ableiten können.

Ferner ist für $d = z_1$, $e = 0$, d. h. in einer zur Lichtlinie in ihrem Endpunkte L_1 errichteten Senkrechten:

---

1) Fresnel's Interferenzerscheinungen, theoretisch und experimentell bearbeitet. Wiedem. Ann. Bd. XV.

$$\frac{z_1 - e}{z_1 d^2} = \frac{1}{z_1^2} \qquad M\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) = N\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

und mithin:

$$\textbf{(4b)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathfrak{J} = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{z_1^2}\left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{z_1}} \sin\left(2z_1 + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$

Aus ($4a$) folgt wieder, dass in der Richtung der Lichtlinie keine Maxima und Minima der Intensität, sondern nur Inflexionspunkte auftreten können. Andererseits folgt aus ($4b$) für $\frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial z_1} = 0$ näherungsweise:

$$\cos\left(2z_1 + \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{2}{\sqrt{\pi z_1}}, \qquad \frac{d^2 \mathfrak{J}}{dz_1^2} = \frac{3\sqrt{\pi}}{4 z_1^{\frac{5}{2}}} \sin\left(2z_1 + \frac{\pi}{4}\right)$$

$\frac{\partial \mathfrak{J}}{\partial z}$ wechselt in diesem Fall sein Vorzeichen beim Durchgang durch 0 und demnach finden in der Senkrechten zur Lichtlinie, $e = o$, Maxima und Minima statt, deren Lage sich aus:

$$2z_1 + \frac{\pi}{4} = \begin{cases} 2m\pi - \frac{\pi}{2} - \frac{2}{\sqrt{\pi z_1}} & \text{(Maxima)} \\ 2m\pi + \frac{\pi}{2} + \frac{2}{\sqrt{\pi z_1}} & \text{(Minima)} \end{cases}$$

bestimmen lässt.

Die Formel (4) gilt nur unter der Voraussetzung, dass das Perpendikel aus P die Verlängerung der Lichtlinie trifft. Liegt hingegen O innerhalb der Lichtlinie, so ist:

$$\mathfrak{J} = 2\int_d^\infty \frac{(J_1(z))^2}{z\sqrt{z^2 - d^2}}\, dz - \int_{z_1}^\infty \frac{J_1(z))^2}{z\sqrt{z^2 - d^2}}\, dz$$

und dann ergiebt sich durch Combination von (4) und ($4b$), vorausgesetzt dass d einen erheblichen Werth hat:

$$\textbf{(5)} \quad \mathfrak{J} = \frac{3}{8}\left\{\frac{z_1 + e}{z_1 d^2} - \frac{\sqrt{\pi}\sin\left(2d + \frac{\pi}{4}\right)}{d^{\frac{5}{2}}}\right\} + \frac{3}{8 z_1^{\frac{5}{2}}}\left\{\sin 2z_1 \cdot M\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right) + \cos 2z_1 \cdot N\left(\sqrt{\frac{e^2}{z_1}}\right)\right\}$$

Ist insbesondere auch $z_1 = e = \infty$, so wird:

$$\textbf{(5a)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathfrak{J} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{d^2}\left(1 - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{d}} \sin\left(2d + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$

d. h. die Intensität in diesem Fall doppelt so gross wie in ($4b$), während die Lage der Maxima und Minima dieselbe bleibt. Dies leuchtet übrigens auch a priori ein.

Aus ($5a$) muss sich durch Integration nach d zwischen den Grenzen d und ∞, wiederum die Lichtvertheilung an einer geradlinig begrenzten unendlichen Lichtscheibe, in grösseren Abständen vom geometrischen Rande, ergeben. In der That erhält man, da genähert:

$$\int_d^\infty \frac{\sin\left(2x+\frac{\pi}{4}\right)}{x^{\frac{5}{2}}}\,dx = \frac{\cos\left(2d+\frac{\pi}{4}\right)}{2d^{\frac{5}{2}}}$$

$$I(+d) = \text{Const.}\left\{\frac{1}{d} - \frac{\sqrt{\pi}}{4}\cdot\frac{\cos\left(2d+\frac{\pi}{4}\right)}{d^{\frac{5}{2}}}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

in Uebereinstimmung mit den ersten beiden Gliedern des auf pag. 31 gefundenen Ausdrucks. Die Constante, welche die Intensität auf die *volle* bezieht, muss selbstverständlich, wie früher geschehen ist, in unabhängiger Weise ermittelt werden. Es ist ferner ersichtlich, wie man, von der Formel ($5a$) ausgehend, eine genäherte Vorstellung über die Lichtvertheilung in der Focalebene auch in dem Fall gewinnt, wenn die geradlinig begrenzte Scheibe nicht homogen ist, sondern die Helligkeit derselben nach einem bestimmten Gesetz mit der Entfernung vom geometrischen Rande variirt.

Capitel VIII.

Grundformeln für Heliometer.

Um die Lichtvertheilung an Lichtpunkten für eine halbkreisförmige Oeffnung zu bestimmen, haben wir dem ersten Capitel zufolge, die Integrale

$$C = \iint \cos\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha x + \beta y)\cdot dxdy$$

$$S = \iint \sin\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha x + \beta y)\cdot dxdy$$

über alle Elemente $dxdy$ des Halbkreises zu integriren und erhalten dann die Intensität irgend eines durch $\alpha\ \beta$ bestimmten Punkts P der Focalebene aus dem Ausdruck[1]):

$$J = C^2 + S^2$$

1) Der Einfachheit halber ist hier angenommen, dass die Lichtstrahlen senkrecht zur beugenden Oeffnung oder parallel der optischen Axe des Fernrohrs einfallen.

Nehmen wir daher die geradlinige Begrenzung oder die Schnittlinie des Objectivs zur Y-Axe und setzen:

$$x = r\cos w \qquad \frac{2\pi}{\lambda}\alpha = r_1 \cos w_1$$

$$y = r\sin w \qquad \frac{2\pi}{\lambda}\beta = r_1 \sin w_1$$

so wird, wenn wir mit R den Radius des Halbkreises bezeichnen,

$$C = \int_0^R rdr \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos\left(rr_1 \cos(w - w_1)\right) dw$$

$$S = \int_0^R rdr \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \sin\left(rr_1 \cos(w - w_1)\right) dw$$

oder w an Stelle von $w - w_1$ und z an Stelle von rr_1 gesetzt,

$$C = \frac{1}{r_1^2} \int_0^{r_1 R} zdz \int_{-\frac{\pi}{2}-w_1}^{+\frac{\pi}{2}-w_1} \cos(z\cos w)\, dw$$

$$S = \frac{1}{r_1^2} \int_0^{r_1 R} zdz \int_{-\frac{\pi}{2}-w_1}^{+\frac{\pi}{2}-w_1} \sin(z\cos w)\, dw$$

und schliesslich, mit Rücksicht auf die Relationen:

$$\int_{-\frac{\pi}{2}-w_1}^{-\frac{\pi}{2}} \cos(z\cos w)\, dw = \int_{+\frac{\pi}{2}-w_1}^{+\frac{\pi}{2}} \cos(z\cos w)\, dw$$

$$\int_{-\frac{\pi}{2}-w_1}^{0} \sin(z\cos w)\, dw = \int_0^{+\frac{\pi}{2}-w_1} \sin(z\cos w)\, dw$$

$$\left.\begin{aligned} C &= 2\,\frac{R^2}{z^2}\int_0^z z\,dz \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos\,(z\cos w)\;dw \\ S &= 2\,\frac{R^2}{z^2}\int_0^z z\,dz \int_0^{\frac{\pi}{2}-w_1} \sin\,(z\cos w)\;dw \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{wo}\quad z = \frac{2\pi}{\lambda}\,R\cdot\sqrt{\alpha^2+\beta^2} = \frac{2\pi}{\lambda}\,R\cdot\zeta \qquad \operatorname{tng} w_1 = \frac{\beta}{\alpha}$$

Wie man sieht, lässt sich C wieder auf die Bessel'sche Function ersten Ranges zurückführen. Die Schwierigkeit liegt hier aber in der Bestimmung des complicirteren Integrals S, welches als Function der beiden Argumente z und w_1 auftritt und somit nicht blos von der Entfernung des Punkts P von dem geometrischen Bilde des Lichtpunkts, sondern auch von dessen Lage gegen die Schnittlinie abhängt.

Wir wollen uns auf die Untersuchung der Lichtvertheilung in den beiden Hauptrichtungen *parallel* und *senkrecht* zur Schnittlinie (Y-Axe) beschränken. Der erstere Fall erledigt sich sogleich durch die Bemerkung, dass für denselben $w_1 = \frac{\pi}{2}$, $S = 0$ und folglich:

$$J = \pi^2 R^4\cdot\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ist. Die Lichtvertheilung ist daher *parallel* der Schnittlinie die nämliche, wie in einer beliebigen Richtung im Falle einer vollen Objectivöffnung.

Ein anderes Verhalten zeigt dagegen die Lichtvertheilung in der zweiten Hauptrichtung. *Senkrecht* zur Schnittlinie ist nämlich:

$$w_1 = 0 \qquad S = 2\frac{R^2}{z^2}\int_0^z z\,dz \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\,(z\cos w)\,dw$$

Führen wir daher folgende den Bessel'schen Functionen 0ten und 1ten Ranges analoge Definitionen ein:

$$H_0(z) = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\,(z\cos w)\,dw$$

$$zH_1(z) = \int_0^z zH_0(z)\,dz$$

so wird

$$C = \pi R^2\left(\frac{J_1(z)}{z}\right) \qquad S = \pi R^2\left(\frac{H_1(z)}{z}\right)$$

und demnach

$$(3) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad J = \pi^2 R^4 \left\{\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 + \left(\frac{H_1(z)}{z}\right)^2\right\}$$

Die Aufgabe ist somit auf die Untersuchung der Integralfunction $H_1(z)$ zurückgeführt, bei welcher wir einen Augenblick zu verweilen haben. Durch zweimalige Differentiation erhält man:

$$\frac{\partial H_0(z)}{\partial z} = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(z\cos w)\cos w\, dw = \frac{2}{\pi} - \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} z\sin(z\cos w)\sin^2 w\, dw$$

$$\frac{\partial^2 H_0(z)}{\partial z^2} = -\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin(z\cos w)\cos^2 w\, dw$$

und damit die folgende Differentialgleichung für $H_0(z)$:

$$\frac{\partial^2 H_0(z)}{\partial z^2} + \frac{1}{z}\frac{\partial H_0(z)}{\partial z} + H_0(z) = \frac{2}{\pi z}$$

Schreibt man die letztere in folgender Form:

$$zH_0(z) = \frac{2}{\pi} - \frac{\partial\left(z\frac{\partial H_0(z)}{\partial z}\right)}{\partial z}$$

und integrirt beiderseits noch z, zwischen den Grenzen o und z, so erhält man nunmehr:

$$\int_0^z zH_0(z)\, dz = \frac{2}{\pi} z\left(1 - \frac{\pi}{2}\cdot\frac{\partial H_0(z)}{\partial z}\right)$$

und folglich der Definition gemäss:

$$H_1(z) = \frac{2}{\pi}\left(1 - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(z\cos w)\cos w\, dw\right) = \frac{4}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\left(\frac{z\cos w}{2}\right)\cos w\, dw$$

Aus dieser Darstellung folgt zunächst, wegen

$$\cos(z \cos w) = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{z^{2n} \cos^{2n} w}{(2n)!}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2n+1} w \, dw = \frac{(2n)!}{(2n+1)\,(3.5.7.\;\;.(2n-1))^2}$$

die stets convergente Reihe:

$$H_1(z) = \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{2n+1} \cdot \frac{z^{2n}}{(3.5.7.\;\;.(2n-1))^2}$$

Ausserdem leitet man in derselben Weise wie für $J_1(z)$ die semiconvergente Reihe[1]):

$$H_1(z) = \frac{2}{\pi}\left(1 + \frac{1}{z^2} - \frac{3}{z^4} + \text{——}\cdots\right) - \sqrt{\frac{2}{\pi z}} \cos\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\left\{1 + \frac{3.5.1}{2!\,(8z)^2} - \cdots\cdots\right\}$$
$$+ \sqrt{\frac{2}{\pi z}} \sin\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\left\{\frac{3}{8z} - \frac{3.5.7.1.3}{3!\,(8z)^3} + \cdots\right\}$$

ab, welche die Natur dieser Function für grössere Argumente darlegt. Beiläufig sei ferner erwähnt, dass $H_1(z)$ stets positiv ist — indem $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\left(\frac{z \cos w}{2}\right) \cos w \, dw$ nur positive Elemente enthält — und der Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 H_1(z)}{\partial z^2} + \frac{1}{z} \frac{\partial H_1(z)}{\partial z} + \left(1 - \frac{1}{z^2}\right) H_1(z) = \frac{2}{\pi}$$

Genüge leistet.

Mittelst der obigen Reihen lässt sich $H_1(z)$ ebenso leicht berechnen wie $J_1(z)$ und damit die Intensität senkrecht zur Schnittlinie in aller Strenge ableiten. Eine genäherte Vorstellung von der Lichtvertheilung in den beiden Hauptrichtungen erlangt man jedoch schon, wenn man in erster Annäherung:

---

1) Auf dem von Lipschitz (Crelle's Journal Bd. 56) angegebenen Wege erhält man die semiconvergenten Reihen für $J_0(z)$ und $H_0(z)$ und ebenso für $J_1(z)$ und $H_1(z)$ gleichzeitig aus derselben Entwickelung.

$$J_1(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi z}}\sin\left(z - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$H_1(z) = \frac{2}{\pi} - \sqrt{\frac{2}{\pi z}}\cos\left(z - \frac{\pi}{4}\right)$$

setzt. Bezieht man nämlich, wie früher, die Intensität auf diejenige des geometrischen Bildpunkts als Einheit, so wird, wegen

$$\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)_{z=0} = \frac{1}{2} \qquad \left(\frac{H_1(z)}{z}\right)_{z=0} = 0$$

die Intensität *senkrecht* zur Schnittlinie

$$J = \frac{8}{\pi z^2}\cdot\left(\frac{2}{\pi} + \frac{1}{z} - 2\sqrt{\frac{2}{\pi z}}\cos\left(z - \frac{\pi}{4}\right)\right),$$

während mit derselben Annäherung die Intensität *parallel* der Schnittlinie durch den Ausdruck

$$J = \frac{8}{\pi z^2}\cdot\frac{\sin^2\left(z - \frac{\pi}{4}\right)}{z}$$

geliefert wird.

Senkrecht zur Schnittlinie schwanken demnach die Intensitäten zwischen den Grenzen

$$\frac{8}{\pi z^2}\left(\sqrt{\frac{2}{\pi}} - \sqrt{\frac{1}{z}}\right)^2 \qquad \text{und} \qquad \frac{8}{\pi z^2}\left(\sqrt{\frac{2}{\pi}} + \sqrt{\frac{1}{z}}\right)^2$$

welche sich immer mehr und mehr mit wachsendem z einengen und dem gemeinsamen Grenzwerthe $\frac{16}{\pi^2 z^2}$ nähern. In dieser Richtung giebt es folglich keine absoluten Minima. In grösseren Entfernungen vom geometrischen Bildpunkte nimmt die Intensität gleichförmig ab und beträgt in jedem Punkte ungefähr das $\frac{2z}{\pi}$ fache der Intensität des in derselben Entfernung liegenden Maximums *parallel* der Schnittlinie. Demgemäss muss auch die Helligkeit *senkrecht* zur Schnittlinie erheblich grösser erscheinen als *parallel* der Schnittlinie.

Die Lage der Minima und Maxima bestimmt sich für die beiden Hauptrichtungen näherungsweise folgendermassen:

	senkrecht	parallel	
Minima	$z = \left(2m + \frac{1}{4}\right)\pi$	$z = \left(m + \frac{1}{4}\right)\pi$	$m = 1, 2, 3 \ldots\ldots$
Maxima	$z = \left(2m + \frac{5}{4}\right)\pi$	$z = \left(m + \frac{3}{4}\right)\pi$	

Wären daher die Curven, welche die Minima, resp. Maxima, gleicher Ordnung enthalten, Ellipsen, so würden dieselben jedenfalls concentrisch und coaxial sein und sich mit wachsender Ordnungszahl einer Schaar ähnlicher Ellipsen nähern, deren Halbaxen-Verhältniss gleich 2 sein würde.

Die Lichtvertheilung in beliebigen Richtungen ist jedenfalls symmetrisch um die beiden Hauptrichtungen, die X und Y-Axe. Ferner hat man:

$$\frac{\partial J}{\partial w_1} = 2S \cdot \frac{\partial S}{\partial w_1}$$

$$\frac{\partial S}{\partial w_1} = -\frac{4}{\pi z^2} \int_0^z z \sin (z \sin w_1)\, dz$$

oder, $y = z \sin w_1$ gesetzt,

$$\frac{\partial S}{\partial w_1} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{y \cos y - \sin y}{y^2} = \frac{4}{\pi} \frac{\partial \left(\frac{\sin y}{y}\right)}{\partial y}$$

folglich genähert für kleine y $\qquad \frac{\partial S}{\partial w_1} = -\frac{4}{\pi} \cdot \frac{y}{3}$

und für grosse y $\qquad \frac{\partial S}{\partial w_1} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\cos y}{y}$

Schreitet man demnach auf einem concentrischen Kreise um den geometrischen Bildpunkt fort, so ändert sich die Intensität in der Nähe der beiden Hauptrichtungen nur langsam. Die stärkste Aenderung erfolgt für mittlere Ordinaten y und wird im Allgemeinen, sobald der Radius des Kreises z einen einigermassen erheblichen Werth besitzt, der X-Axe näher liegen als der Y-Axe, d. h. für $w_1 < 45°$ stattfinden.

Daraus, sowie aus den obigen Sätzen erklärt sich im Allgemeinen die Form und Ausbreitung des Lichtbüschels, den man bei der Beobachtung von Fixsternen mit Heliometern wahrnimmt. Das Ringsystem erscheint hier merklich elliptisch und wird von dem Lichtbüschel wie ein helles Band senkrecht zur Schnittlinie durchzogen.

Ist *parallel* der Schnittlinie (Y-Axe) eine leuchtende Linie gegeben, so lassen sich die Intensitäten in deren Verlängerung ganz in derselben Weise bestimmen wie dies im vorigen Capitel geschehen ist.

In analoger Weise kann man verfahren, wenn die Lichtlinie *senkrecht* zur Schnittlinie

liegt und dementsprechend auch die Intensitätsvertheilung in der X-Axe gesucht wird. Man hat alsdann zunächst wieder die *volle* Intensität zu bestimmen, die aus dem Integrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz + \int_{-\infty}^{+\infty}\left(\frac{H_1(z)}{z}\right)^2 dz$$

gefunden wird. Bezüglich dieser Integration gelangt man aber zu einem merkwürdigen Resultat. Schreibt man nämlich das zweite Integral in der Form

$$\int_0^\infty\left(\frac{H_1(z)}{z}\right)^2 dz = \left(\frac{4}{\pi}\right)^2\int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin a\,\sin b\;da\,db\int_0^\infty\frac{\sin^2\left(\frac{z\sin a}{2}\right)\sin^2\left(\frac{z\sin b}{2}\right)}{z^2}dz$$

und berücksichtigt, dass

$$\int_0^\infty\frac{\sin^2(\alpha x)\sin^2(\beta x)}{x^2}dx = \begin{cases}\frac{\pi}{4}\beta & \text{wenn}\quad \alpha > \beta\\ \frac{\pi}{4}\alpha & \text{»}\quad \alpha < \beta\end{cases}$$

so erhält man:

$$\int_0^\infty\left(\frac{H_1(z)}{z}\right)^2 dz = \frac{4}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin a\,da\int_0^a\frac{\sin^2 b}{2}db + \frac{4}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin^2 a}{2}\int_a^{\frac{\pi}{2}}\sin b\,db$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(a\sin a + \sin^2 a\cos a)\,da$$

und damit schliesslich nach pag. 92:

$$\int_0^\infty\left(\frac{H_1(z)}{z}\right)^2 dz = \int_0^\infty\left(\frac{J_1(z)}{z}\right)^2 dz = \frac{4}{3\pi}$$

Die Curven $y = \left(\frac{J_1(x)}{x}\right)^2$ und $y = \left(\frac{H_1(x)}{x}\right)^2$ schliessen mit der Abscissenaxe einen gleichen Flächenraum ein. Sind demnach Licht- und Schnittlinie *senkrecht* zu einander, so ist die *volle* Intensität gerade doppelt so gross als wenn dieselben einander *parallel* liegen.



Ouvrages astronomiques et géodésiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences:

T. I, № 1. **Struve, O.** Nouvelle détermination de la parallaxe annuelle des étoiles α Lyrae et 61 Cygni. 1859. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 6. **Schubert, T. F.** Essai d'une détermination de la véritable figure de la terre. Avec 1 pl. 1859. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. II, № 1. **Struve, O. u. Winnecke, Dr. A.** Pulkowaer Beobachtungen des grossen Cometen von 1858. Erste Abtheilung: Beobachtungen am Refractor, angestellt von O. Struve, Mitgliede der Akademie. Zweite Abtheilung: Beobachtungen am Heliometer nebst Untersuchungen über die Natur des Cometen von Dr. A. Winnecke, Adjunct-Astronomen der Hauptsternwarte. Mit 6 Taf. 1859. Pr. 1 R. 50 K. = 5 Mk.

№ 4. **Struve, O.** Beitrag zur Feststellung des Verhältnisses von Keppler zu Wallenstein. 1860. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. III, № 5. **Baeyer, J. J.** Ueber die Strahlenbrechung in der Atmosphäre. Avec 1 pl. lith. 1860. Pr. 65 K. = 2 Mk. 20 Pf.

T. IV, № 1. **Struve, O.** Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniss vom 18. (6.) Juli 1860 in Pobes. Nach den Berichten der einzelnen Theilnehmer zusammengestellt. Mit 3 Taf. 1861. Pr. 85 K. = 2 Mk. 80 Pf.

T. V, № 4. **Struve, O.** Observations de la grande nébuleuse d'Orion, faites à Cazan et à Poulkova. I[e] Partie: Mémoire de M. Liapounov sur les observations de Cazan. II[e] Partie: O. Struve, Additions au mémoire de M. Liapounov et Observations de Poulkova. Avec 4 pl. lith. 1862. Pr. 1 R. 35 K.= 4 Mk. 50 Pf.

T. VI, № 7. **Winnecke, A.** Beobachtungen des Mars um die Zeit der Opposition 1862. 1863. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 11. **Sawitsch, A.** Opposition des Mars im Jahre 1862, beobachtet auf der kleinen akademischen Sternwarte zu St. Petersburg. 1863. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. VII, № 7. **Winnecke, A.** Pulkowaer Beobachtungen des hellen Cometen von 1862, nebst einigen Bemerkungen. Mit 6 lith. Taf. 1864. Pr. 90 K. = 3 Mk.

T VIII, № 2. **Linsser, C.** Vier von De l'Isle beobachtete Plejaden-Bedeckungen, bearbeitet und mit Hansen's Mond-Tafeln verglichen. 1864. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. X, № 1. **Gyldén, H.** Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. Erste Abhandlung. 1866. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. XII, № 4. **Gyldén, H.** Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. Zweite Abhandlung. 1868. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 5. **Struve, O.** Beobachtungen des grossen Cometen von 1861. Mit 1 lith. Taf. 1868. Pr. 50 K.=1 Mk. 70 Pf.

T. XVI, № 10. **Gyldén, H.** Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. I. Entwickelung einiger Verbindungen elliptischer Functionen. 1871. Pr. 1 R. 5 K. = 3 Mk. 50 Pf.

T. XVII, № 1. **Kortazzi, J.** Bestimmung der Längen-Differenz zwischen Pulkowa, Helsingfors, Åbo, Lowisa und Wiborg. 1871. Pr. 60 K. = 2 Mk.

№ 10. **Fuss, V. u. Nyrén, M.** Bestimmung der Längen-Differenz zwischen den Sternwarten Stockholm und Helsingfors, ausgeführt im Sommer 1870. 1871. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XVIII, № 3. **Fuss, V.** Beobachtungen und Untersuchungen über die astronomische Strahlenbrechung in der Nähe des Horizontes. 1872. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

№ 5. **Asten, E. v.** Resultate aus Otto von Struve's Beobachtungen der Uranustrabanten. 1872. Pr 25 K. = 80 Pf.

№ 10. **Asten, E. v.** Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. I. Berechnung eines wichtigen Theiles der absoluten Jupitersstörungen des Encke'schen Cometen. 1872. Pr. 65 K.=2 Mk. 20 Pf.

T. XIX, № 2. **Nyrén, M.** Bestimmung der Nutation der Erdachse. 1872. Pr. 55 K. = 1 Mk. 80 Pf.

№ 10. **Nyrén, M.** Die Polhöhe von Pulkowa. 1873. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXIII, № 3. **Nyrén, M.** Das Aequinoctium für 1865,0, abgeleitet aus den am Passageninstrumente und am Verticalkreise in den Jahren 1861 — 70 in Pulkowa angestellten Sonnenbeobachtungen. 1876. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XXVI, № 2. **Asten, E. v.** Untersuchungen über die Theorie des Encke'schen Cometen. II. Resultate aus den Erscheinungen 1819—1875. 1878. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

№ 4. **Hasselberg, Dr. B.** Studien auf dem Gebiete der Absorbtionsspectralanalyse. Avec 4 pl. 1878. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

T. XXVII, № 1. **Hasselberg, Dr. B.** Ueber das durch electrische Erregung erzeugte Leuchten der Gaze bei niedriger Temperatur. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 11. **Struve, O.** Études sur le mouvement relatif des deux étoiles du système de 61 Cygni. 1880. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXVIII, № 6. **Backlund, O.** Zur Theorie des Encke'schen Cometen. 1881 Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

T. XXX, № 4. **Lindemann, Ed.** Zur Beurtheilung der Veränderlichkeit rother Sterne. 1882. Pr. 15 K. = 50 Pf.

T. XXX, № 7. **Hasselberg, Dr. B.** Untersuchungen über das zweite Spectrum des Wasserstoffs. Avec 1 pl. 1882. Pr. 30 K. = 1 Mk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences. Juillet, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences. (Vass.-Ostr., 9[e] ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 9.

ÜBER DAS
GALVANISCHE LEITUNGSVERMÖGEN
ALCOHOLISCHER LÖSUNGEN.

Von

R. Lenz.

(Lu le 13 Avril 1882.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 50 Kop. = 1 M. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 9.

ÜBER DAS

GALVANISCHE LEITUNGSVERMÖGEN

ALCOHOLISCHER LÖSUNGEN.

Von

R. Lenz.

(*Lu le 13 Avril 1882.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:
MM. Eggers et Cie
et J. Glasounof;

à Riga:
M. N. Kymmel;

à Leipzig:
Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 50 Kop. = 1 M. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Septembre, 1882. C. Vessélofsky, Secretaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Imperiale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

1. Seitdem F. Kohlrausch[1]) zuerst alternirende Ströme zur Bestimmung des galvanischen Widerstandes zersetzbarer Leiter angewendet und damit eine Methode von früher unerreichbarer Schärfe und Genauigkeit begründet hat, ist dieses Verfahren von verschiedenen Beobachtern zur Messung der Widerstände wässriger Lösungen benutzt worden. Solche Untersuchungen wurden vorwiegend gemacht um den Einfluss zu ermitteln, welchen auf den Widerstand der Lösungen ihr Concentrationsgrad, die Temperatur oder endlich die Natur der gelösten Substanz ausüben, und ist man hierbei zu Resultaten gelangt, welche für die Lehre von der Leitung in Electrolyten im Speziellen, hierdurch aber auch im Allgemeinen für eine richtige Auffassung und ein Verständniss derjenigen Erscheinung, die man kurzweg als galvanischen Strom bezeichnet, theils schon von grosser Bedeutung sind[2]), theils es zu werden versprechen. In einer Beziehung jedoch sind die Untersuchungen über die Widerstände der Electrolyte noch ganz unvollständig, da noch kaum irgend welche Versuche vorliegen um den Einfluss des Lösungsmittels auf den Widerstand der Electrolyte zu ermitteln.

Gegenwärtig wird wohl allgemein mit Recht angenommen, dass ein galvanischer Strom beim Durchgange durch eine wässrige Lösung eines Salzes nur von dem gelösten Stoffe geleitet wird, und die früher geltende, von Berzelius so eifrig verfochtene, Ansicht einer Theilung des Stromes zwischen der gelösten Substanz und dem Wasser muss als unhaltbar beseitigt werden. Zu dieser neueren Anschauung führen sowohl Hittorf's[3]) Versuche über die Wanderung der Jonen, wie auch die ausserordentlich geringe Leitungsfähigkeit des Wassers, welche nach F. Kohlrausch's[4]) Messungen eine Million mal geringer ist, als diejenige vieler solcher Lösungen, welche man schon zu den schlechten Leitern zählt. Wenn aber das Wasser nicht als einer der leitenden Theile der Lösung angesehen werden kann, so ist der Einfluss desselben auf die Leitungsfähigkeit einer Lösung nur in zweierlei Weise denkbar:

1) F. Kohlrausch. Pogg. Annl. CLIV, p. 1.

2) F. Kohlrausch. Wied. Annl. VI, p. 1 und 145. R. Lenz. Mémoires de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg XXVI, № 3.

3) Hittorf. Pogg. Annl. XCVIII, p. 1.

4) F. Kohlrausch. Pogg. Ann. Ergzband VIII, p. 1.

entweder dadurch, dass das Wasser die gelöste Substanz mechanisch oder chemisch in eine solche Constitution umsetzt, bei welcher eine Leitung des Stromes überhaupt möglich wird, oder dadurch, dass es den bei der Electrolyse auftretenden Jonen gewisse Bewegungshindernisse entgegensetzt.

Welcher Art die Constitutionsänderungen eines Stoffes sind, wenn er aus dem festen Zustande in Lösung übergeht, wissen wir nicht. Dass man es dabei nicht nur mit einem Flüssigwerden der Substanz zu thun hat, also mit einer mechanischen Aenderung derselben, die man als Trennung der Molekeln von einander, ohne Aenderung des Bestandes der einzelnen Molekel, auffassen kann, dafür sprechen sehr viele Thatsachen: sowohl die Erscheinungen des galvanischen Leitungsvermögens solcher Stoffe, als auch zuweilen ihr thermisches Verhalten beim Processe der Lösung. So zeigt z. B. wasserfreier Chlorwasserstoff im flüssigen Zustande dem Strome gegenüber ein ganz anderes Verhalten als im Zustande einer wässrigen Lösung; nach Bleckrode[1]) ist der Chlorwasserstoff im ersteren Falle ein Nichtleiter des Stromes, im zweiten Falle hingegen ist er einer der am besten leitenden Electrolyte. Dieses verschiedene Verhalten des Chlorwasserstoffs dem Strome gegenüber ist aber ohne Aenderung der Molekel unverständlich und auf eine solche Aenderung weisen auch die chemischen Eigenschaften dieses Stoffes hin. Als ein anderes Beispiel kann man das halbgesättigte (saure) schwefelsaure Kali nennen. Die Leitungsfähigkeit dieses Salzes zeigt, dass es bei der Lösung theilweise in neutrales Salz und freie wässrige Schwefelsäure zerfällt[2]), wie man das auch schon früher aus dem thermischen Verhalten des Salzes bei der Lösung desselben in Wasser gefolgert hat. Man ist demnach veranlasst, wenigstens für einzelne Verbindungen, anzunehmen, dass sie sich beim Lösen in Wasser chemisch ändern, dass sich ihre Molekeln entweder spalten, oder dass sich neue Molekelcomplexe bilden, oder aber dass durch Aufnahme von Wasser Molekeln von neuer Zusammensetzung entstehen. Wie weit eine solche durchgreifende Aenderung der Molekel beim Lösungsprocess allgemein ist, für alle sich lösenden Stoffe, ist unbekannt, doch scheinen die Versuche Hittorf's über die Jonenwanderungen darauf hinzudeuten, dass beim Verdünnen von Lösungen Spaltungen von Molekelcomplexen sehr häufig vorzukommen pflegen.

Die einfachste Methode um Aufschluss über solche Constitutionsänderungen zu erlangen scheint darin zu bestehen die Leitungsfähigkeit einer Substanz in gelöstem Zustande mit derjenigen in geschmolzenem zu vergleichen. Ein solcher Vergleich ist von Braun[3]) versucht worden, ohne indessen zu positiven Resultaten geführt zu haben. Von einer solchen Vergleichungsmethode lässt sich auch in der That nicht viel Erfolg erwarten, theils weil auf diese Weise nur eine beschränkte Zahl von Stoffen untersucht werden kann, mehr aber noch aus dem Grunde, weil solche Versuche nothwendig bei sehr verschiedenen Temperaturen angestellt werden müssen, wodurch die Rückführung auf gemeinsame Temperatur sehr unsicher wird.

1) Bleckrode. Wied. Annl. III, p. 61.
2) R. Lenz. l. c. Leitungsfähigkeit einiger sauren Salze.
3) Braun. Pogg. Annl. CLIV, p. 161.

2. Um Aufschluss über die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes von der Natur des Lösungsmittels zu erlangen, lässt sich aber noch eine andere Untersuchungsmethode anwenden, welche mehr Erfolg zu versprechen scheint. Statt nämlich das Lösungsmittel ganz auszuschliessen, wie es Braun gethan, kann man dasselbe durch ein anderes ersetzen und das hierdurch geänderte Leitungsvermögen mit dem früher gefundenen vergleichen. Wenn bei Lösungen eines und desselben Stoffes in Wasser und in einem anderen Lösungsmittel, welches, selbstverständlich, ebensowenig leiten darf wie Wasser, nur eine mechanische Aenderung der gelösten Substanz, eine Verflüssigung derselben, stattfindet, so muss man erwarten für aequivalente Lösungen Leitungswiderstände zu finden, die zu einander im Verhältniss der Reibungswiderstände stehen, da ja, falls eine Aenderung der Molekel nicht erfolgt, nur die Reibung der Jonen Einfluss auf den Widerstand ausüben kann.

Da Alcohol ein ebenso schlechter Leiter wie Wasser ist und in diesem Medium viele Stoffe löslich sind, so liegt es nahe den Widerstand alcoholischer Lösungen zu untersuchen und an einigen Reihen solcher Lösungen zu prüfen, ob ein theilweiser Ersatz des zur Lösung dienenden Wassers durch ein gleiches Volum Alcohol die Leitungsfähigkeit einer Lösung im umgekehrten Verhältnisse der Reibungswiderstände ändert.

Der galvanische Widerstand von Salzen oder Säuren, die in Alcohol von verschiedenen Stärkegraden, oder überhaupt in einem anderen Mittel als Wasser, gelöst sind, ist, soviel mir bekannt, nie zum Gegenstande einer speziellen Experimentaluntersuchung gemacht worden und ich habe über diesen Gegenstand in der Literatur nur einzelne flüchtige Angaben gefunden.

In seiner bekannten, schon oben erwähnten, Untersuchung über die Wanderung der Jonen hat Hittorf[1]) unter anderen auch alcoholische Lösungen von Jodcadmium, Jodzink, Chlorzink und Silbernitrat untersucht und für dieselben grössere Ueberführungszahlen gefunden als für gleich starke wässrige Lösungen. In dieser Abhandlung bemerkt Hittorf, dass die Widerstände alcoholischer Lösungen im Allgemeinen bedeutend grösser sind, als die der entsprechenden wässrigen; eine nähere Angabe aber über die quantitative Beziehung zwischen den Widerständen dieser Lösungen findet sich bei Hittorf nicht. Die sehr lange Dauer, welche für die Electrolyse der alcoholischen Lösungen erforderlich war, zeigt nur, dass der Widerstand derselben den der wässrigen Lösung in sehr bedeutendem Maasse übertraf.

Die einzige quantitative Angabe habe ich bei Wiedemann gefunden, welcher erwähnt, dass nach Matteucci eine alcoholische Lösung eines Salzes (Silbernitrat) erst bei solchem Concentrationsgrade eine der wässrigen Lösung gleiche Leitungsfähigkeit besitzt, bei welcher das spezifische Gewicht beider Lösungen das nämliche ist. Indessen bemerkt Wiedemann[2])

1) Pogg. Annl. CVI, p. 550 ff. — Wiedemann. Lehre vom Galvanismus 2. Aufl., Bd. I, p. 561.

2) Wiedemann. Lehre vom Galvanismus 2. Aufl., Bd. I, p. 316.

mit Recht, dass diese Behauptung einer Bestätigung bedürfe. Wie sehr der von Wiedemann ausgesprochene Zweifel berechtigt und wie unbegründet Matteucci's Behauptung in der That ist wird sich aus den Beobachtungsresultaten gegenwärtiger Untersuchung ergeben.

3. Um die erwähnte Lücke auszufüllen habe ich eine Reihe von Versuchen über den Widerstand alcoholischer Lösungen verschiedener Salze und Säuren gemacht, bei welchen ich von meinem Freunde und Assistenten N. Gutkowsky, wie auch bei früheren Arbeiten, kräftig unterstützt wurde; ich benutze diese Gelegenheit um ihm dafür meinen Dank öffentlich auszusprechen, ebenso wie dem Studiosus Astafjew, der mir mehrfach geholfen hat.

Bevor ich an die Ausführung der Versuche schritt machte ich einige Vorversuche, welche mich auf dem Gebiete orientiren sollten und von denen ich zwei zu demselben Zwecke hier anführen will.

Ich bereitete eine wässrige Lösung von 4,65 Gr. Jodkalium in 200 cmc. und bestimmte ihren Widerstand in einem Glastroge, der mir schon früher zu Widerstandsmessungen gedient hatte. Ich wandte bei den Versuchen platinirte Platinelectroden, Wechselströme und ein Electrodynamometer an. Der Widerstand der 200 cmc. Lösung ergab sich bei 19°,5 zu 202,9 S. E. Darauf goss ich zu der Lösung 100 cmc. Alcohol von 94,5 Volumprocent. Nachdem die Mischung homogen geworden und abgekühlt war, fand ich den Widerstand bei 19°,2 gleich 443,4 S. E.

Reducirt man den ersten Widerstand auf die Temperatur 19°,2 der zweiten Messung, indem man hierzu den von Kohlrausch gefundenen Temperaturcoëfficienten 0,02 benutzt, so erhält man für 19°,2 folgende Widerstände:

für eine wässrige Lösung	204,1 oder 100
für eine alcoholische	443,4 oder 217

Es lässt sich angenähert berechnen welchen Widerstand die zweite Lösung gezeigt hätte, wenn ihr statt Alcohol ein gleiches Volumen Wasser wäre zugegossen worden. Durch einen Zusatz von 100 cmc. Wasser zu 200 cmc. Lösung wäre dieselbe im Verhältniss von 3 zu 2 verdünnt, in demselben Maasse aber auch der Querschnitt vergrössert worden. Nimmt man nun an, dass sich die Leitungsfähigkeit proportional dem Concentrationsgrade der Lösung ändert, was, freilich mit grober Annäherung, angenähert richtig ist, vernachlässigt man ferner die durch Verdünnung einer Lösung entstehende Dilatation derselben, so wie auch die durch Zusatz von Alcohol verursachte Contraction, so sieht man leicht, dass durch einen Zusatz von Wasser der Widerstand der Lösung hätte ungeändert bleiben müssen, während er durch einen Zusatz von Alcohol sich mehr als verdoppelt hat.

Dieser Versuch zeigt demnach, dass Alcohol als Lösungsmittel auf das Leitungsvermögen ganz anders wirkt als Wasser.

Nun muss bemerkt werden, dass nach Girardin's[1]) Versuchen Jodkalium in abso-

1) Girardin. Annl. de chimie et de physique S. 4, T. V, p. 155.

lutem Alcohol vollkommen unlöslich ist, in wässrigen aber die Löslichkeit proportional dem Wassergehalte desselben wächst[1]). Ferner scheint beim Lösen dieses Salzes im Wasser durchaus keine Hydratbildung zu entstehen, wofür die ausserordentlich starke Temperaturerniedrigung von 24° bei der Lösung spricht, sowie auch der Umstand, dass Jodkalium aus keinerlei Lösung mit Krystallisationswasser ausscheidet. Endlich scheinen sich beim Lösen von Jodkalium in Wasser auch keine Complexmolekeln zu bilden, was man daraus zu folgern berechtigt ist, dass in einer Jodkaliumlösung die Ueberführungszahl für Jod nach Hittorf's[2]) Versuchen von der Concentration der Lösung beinahe ganz unabhängig ist und mit einer Aenderung des Alcoholgehaltes in der Lösung auch nicht wesentlich variirt, wie dies weiter unten gezeigt werden soll. Wenn man daher für irgend ein Salz zu der Voraussetzung berechtigt wäre, dass der Alcohol auf das Leitungsvermögen der Lösung indifferent sich erweisen müsse, so hätte man für Jodkalium die meiste Berechtigung zu einer solchen Annahme. Da aber bei dem eben beschriebenen Versuche der Widerstand durch einen Zusatz von Alcohol um mehr als das Doppelte gestiegen ist, so bleibt kaum eine andere Annahme zur Erklärung dieser Erscheinung, als diejenige, dass in demselben Maasse auch der Reibungswiderstand der Jonen gewachsen sein müsse.

Einen umgekehrten Versuch machte ich mit Pikrinsäure, welche sich in Alcohol, wie bekannt, sehr leicht löst, während Wasser nur eine sehr geringe Menge dieser Substanz zu lösen im Stande ist. Zugleich leitet eine alcoholische Lösung dieser Säure den Strom sehr schlecht. Ich bereitete eine alcoholische Lösung von 200 cmc., in welcher 5,688 gr. Pikrinsäure enthalten waren; der Alcohol hatte dabei eine Stärke von 94,5 Volumprocent. Bei der Temperatur 19°,2 hatte die Lösung einen Widerstand von 1310 S. E. Ich goss nun zu der Lösung 100 cmc. Wasser, wodurch der Widerstand bei 19°,1 auf 398,4 S. E. sank. Hätte ich statt Wasser Alcohol von derselben Stärke wie früher zugegossen, so wäre, unter den oben gemachten Zulassungen, der Widerstand der Lösung unverändert geblieben, während er sich durch Zusatz von Wasser $3^1/_3$ mal vermindert hat.

Dieser Versuch ist zwar in geringerem Grade überzeugend als der erste, weil die Pikrinsäure im Wasser doch nicht ganz unlöslich ist, indem bei der Zimmertemperatur 100 Theile Wasser etwa 0,6 Theile Pikrinsäure lösen, und weil man daher die Verminderung des Widerstandes durch Zusatz von Wasser zum Theil dadurch erklären könnte, dass ein Theil der Säure in wässrige Lösung übergeht, deren Widerstand geringer als der der alcoholischen Lösung ist. Dennoch aber ist auch dieser Versuch vollkommen geeignet zu beweisen, dass der Alcohol in Bezug auf den Widerstand der Lösung nicht indifferent ist und auch in diesem Falle ist die Abnahme des Widerstands wohl der geringeren Reibung des wässrigen Alcohols gegen den absoluten zuzuschreiben.

Demnach zeigen diese zwei Vorversuche mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die grossen

1) Gmelin-Kraut. Handbuch d. Chemie 6. Aufl., II. Bd., p. 60.

2) Wiedemann. Lehre vom Galvanismus 2. Aufl., Bd. I, p. 561. — Hittorf. Pogg. Annl. Bd. XCVIII, p. 28.

Widerstände, welche alcoholische Lösungen zeigen, von den grossen Reibungswiderständen abzuhängen scheinen, welchen die Jonen bei ihrer Bewegung im Alcohol ausgesetzt sind. Eine Analogie zwischen Reibung und galvanischem Widerstande der Electrolyte ist ja auch schon sehr häufig beobachtet, nie aber ist sie auf die Reibung in verschiedenen Lösungsmitteln ausgedehnt worden. Die Frage ob sich thatsächlich nicht nur eine Analogie, sondern eine strenge Proportionalität zwischen Reibung und Widerstand nachweisen liesse, veranlasste mich beide Erscheinungen eingehender zu untersuchen, als es bisher geschehen. Die Beschreibung dieser Versuche und die Besprechung der Resultate, zu welchen dieselben geführt haben, bilden den Gegenstand gegenwärtiger Abhandlung. Die Beobachtungen zerfallen wesentlich in drei Theile: in Messungen der Leitungswiderstände, der äusseren Reibung der Lösungen und in Bestimmung der Ueberführungszahlen der Jonen, welche so wesentlich und unerlässlich sind, sobald es sich um vollständige Messungen der Widerstände handelt.

I. Die Leitungswiderstände.

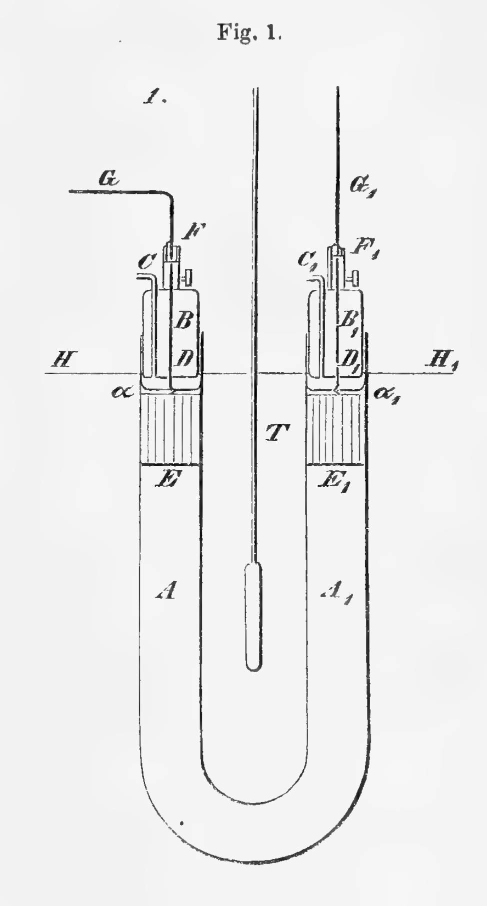
4. Die Versuche wurden in ganz ähnlicher Weise gemacht, wie die schon früher von mir beschriebenen[1]). Als Stromquelle diente ein Sinusinductor von F. Kohlrausch, die Stromstärke wurde an einem Electrodynamometer gemessen, die Widerstände an einem Stöpselapparat von Siemens von 0,1 bis 5000 S. E. Die Messungen wurden mit Hülfe der Brücke gemacht, nach der Methode der Substitutionen, deren Vorzüge ich in der oben erwähnten Abhandlung hervorgehoben habe. Nur der Trog zur Aufnahme der Lösungen wurde fortgelassen und durch ein zweischenkliges Rohr ersetzt, theils um die Verdunstung zu vermindern, theils um mit geringeren Mengen von Lösungen operiren zu können; auch wurde es dadurch leichter die zu untersuchende Lösung auf die gewünschte Temperatur zu bringen und auf derselben zu erhalten; schliesslich wurden dadurch auch die Kosten der Untersuchung vermindert, die wegen der hohen Preise der Materialien nicht unbedeutend waren.

Bei den jetzigen Versuchen befand sich die Lösung in einem zweischenkligen Rohre AA_1 (Fig. 1), welches bis $\alpha\alpha_1$ mit der zu untersuchenden Lösung des Electrolyten gefüllt wurde und dann etwa 50 cmc. derselben fasste, während der früher von mir benutzte Trog über 400 cmc. Lösung enthielt. In die offenen Enden des Rohres passten sorgfältig zugeschliffene und eingeriebene Glasstöpsel BB_1 durch welche zwei feine Glasröhren CC_1 gingen. Ferner führten durch die Stöpsel dicke Platindrähte DD_1, an welche unten zwei platinirte Platinplatten EE_1 befestigt waren, die, zu Spiralen gewunden, als Electroden dienten. Die Ober-

1) R. Lenz. Mémoires de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg, T. XXVI, № 3.

fläche einer jeden Platte betrug gegen 20 cmq. (beide Seiten der Platte zusammengezählt). Oben ragten die Drähte über die Stöpsel heraus und waren dort an Messingcylindern FF_1 geklemmt, welche oben zu Näpfen ausgebohrt waren. Die Näpfe waren mit Quecksilber gefüllt und dienten zur Aufnahme der Zuleitungsdrähte GG_1. Der ganze Apparat tauchte bis HH_1 in ein grosses Gefäss mit Wasser, dessen Temperatur am Thermometer T gemessen wurde.

Fig. 1.



Die Widerstände wurden so bestimmt, dass der eine Zuleitungsdraht G abwechselnd bald in den einen bald in den andern Napf der Cylinder FF_1 getaucht wurde, wodurch die Lösung in den Stromkreis eingeschaltet oder aus demselben ausgeschlossen wurde. Der Widerstand der Cylinderansätze und der von ihnen bis zu den Electroden führenden Drähte kann vollständig vernachlässigt werden, da er, aus den Dimensionen berechnet, in seiner Gesammtheit noch nicht 0,04 S. E. betrug. Jeder Widerstand wurde dreimal gemessen und die weiter unten angeführten Zahlen sind das arithmetische Mittel der drei Messungen, bei welchen die Temperaturen in der Regel nicht um mehr als 0°,1, nur in Ausnahmsfällen um 0°,3 variirten.

Ausser den Widerständen wurde noch die Dichte einer jeden Lösung und die Stärke des Alcohols gemessen. Zu den Bestimmungen der Dichte diente eine Stöpselflasche von 25 cmc. Inhalt. Obgleich diese Bestimmungen noch bis in die 4. Decimalstelle genau sind, theile ich sie doch nur bis auf drei Decimalen mit, weil sich der Einfluss der Temperaturfehler bis auf diese Grenze erstreckt. Es wurde nämlich die Bestimmung des spezifischen Gewichtes so gemacht, dass sogleich, nachdem die Messung des Widerstandes beendet, die Flüssigkeit in die Stöpselflasche gebracht und gewogen wurde. Daher bezieht sich das spezifische Gewicht auf die letzte, bei den Widerstandsmessungen bestimmte, Temperatur und kann von der mittleren Temperatur doch um einen kleinen Bruchtheil eines Grades abweichen.

Die Stärke des Spiritus bestimmte ich mit einem Metallalcoholometer, welches auf 0,2 Procent getheilt war, durch Schätzung konnten noch 0,04 Procent gemessen werden. Dieses sorgfältig geprüfte Instrument verdanke ich der Güte des Vorstehers des hiesigen Aichungsbüreaus des Herrn Gluchow, der mir ein mit besonderer Sorgfalt gearbeitetes und geprüftes Instrument zur Disposition stellte, wofür ich ihm an diesem Orte meinen

Dank ausspreche. Die Reductionen der Angaben des Instrumentes auf die in Russland für Alcoholometer angenommene Normaltemperatur von 12°,5 (R.) wurde nach den vom Aichungsbüreau herausgegebenen Tabellen berechnet. Die unten angeführten Stärkegrade des Alcohols bedeuten Volumprocente desselben, d. h. sie zeigen die Anzahl von Cubikeinheiten wasserfreien Alcohols an, welche in 100 Einheiten wässrigen Alcohols enthalten sind.

Die Lösungen stellte ich auf die Weise her, dass ich die zu untersuchende Substanz in der erforderlichen Menge in einem Kolbenfläschchen von 50 cmc. Inhalt abwog und dann dasselbe bis zur Marke mit dem, in grösserer Menge vorhandenen, Alcohol von bestimmter Stärke füllte. Die Concentration der Lösung ist ausgedrückt in der Anzahl von Molekeln in einem Liter der Lösung, wobei als Gewicht der Molekel das Atomgewicht der Substanz in Grammes angenommen ist. So bedeutet beispielsweise eine Jodkaliumlösung von $1/4$ Molekel, dass in einem Liter dieser Lösung $1/4 \times 332,2 = 83,05$ gr. Jodkalium enthalten sind, weil das Atomgewicht dieses Salzes $= 332,2$ ist. Gewöhnlich wurde die Stärke der Lösung durch Titriren bestimmt, zuweilen aber auch direct aus dem zur Lösung benutzten Gewicht der Substanz. In solchen Fällen wurden die Wägungen mit besonderer Sorgfalt gemacht. Waren Zweifel an der Trockenheit des Materials vorhanden, so wurde stets titrirt.

Die benutzten Materialien waren ohne Ausnahme sehr rein und grösstentheils in meinem Laboratorium sorgfältig gereinigt worden; wo dieses unterlassen worden war, habe ich mich von der Reinheit des Materials durch vorhergehende Prüfungen überzeugt.

Es war interessant einige Versuche mit wasserfreiem Alcohol anzustellen. Da ein solcher im Handel nicht zu haben ist, so musste derselbe eigens präparirt werden. Ich erhielt solchen Alcohol aus starkem käuflichen von 94,5 Volumprocenten durch dreimalige Destillation über ungelöschten Kalk und Bariumoxyd bei Vermeidung jeglicher Luftfeuchtigkeit in sorgfältig getrockneten Flaschen. Trotz aller Vorsichtsmaassregeln und mit Anwendung und strenger Befolgung aller Regeln erhielt ich als letztes Distillat einen Alcohol, der doch nicht ganz frei war von Wasser, wie man dies aus dem spezifischen Gewichte desselben folgern muss. In einem zweihalsigen Picnometer mit fein calibrirten Röhren wurde das spezifische Gewicht des Distillats bei 18°,42 zu 0,79278 gefunden, während nach Mendelejeff's Versuchen[1]) vollständig wasserfreier Alcohol bei dieser Temperatur das spezifische Gewicht 0,79094 haben müsste. Der von mir hergestellte Alcohol hatte demnach eine Stärke von 99,35 Volumprocent, er enthielt also noch eine geringe Menge Wasser, und es scheint mir kaum möglich zu sein ganz wasserfreien Alcohol in geringen Mengen herzustellen. Nur wenn man mit so bedeutenden Massen operirt, wie Mendelejeff es gethan hat, kann man erwarten wasserfreies Distillat zu erhalten.

Zur Beschreibung der Versuche im Allgemeinen habe ich nichts weiter hinzuzufügen und gehe daher zur Beschreibung der einzelnen Versuche und zur Aufzählung der Beobachtungsresultate über.

---

1) Менделѣевъ. О соединеніи спирта съ водою.

1. Jodkalium = K_2J_2 Atomgewicht 332,2.

5. Das zu den Versuchen benutzte Jodkalium war sehr rein und vollkommen trocken. Das reinste im Handel vorkommende Jodkalium war sorgfältig gereinigt und getrocknet worden und wurde noch ausserdem durch Analyse auf seine Reinheit und etwaigen Wassergehalt geprüft. Nachdem für eine jede Lösung erst der Widerstand, dann das spezifische Gewicht bestimmt worden, wurde die Lösung nach der vortrefflichen Methode von Vollrath auf Jod titrirt. Die Resultate der Versuche sind in der Tabelle № 1 zusammengestellt, in welcher p_1 die Stärke der Lösung in Molekeln auf den Liter bedeutet, v die Stärke des zur Lösung benutzten Alcohols in Volumprocenten für die Temperatur 12,5 (R.) D bezeichnet das spezifische Gewicht der Lösung, R_t ihren Widerstand in S. E. bei der Temperatur t°. R_{18} ist der auf 18° reducirte Widerstand. In der rechten Abtheilung der Tabelle bedeutet p wiederum die Stärke der Lösung in abgerundeten Zahlen, R den für diese Stärke berechneten Widerstand, wobei die Reduction auf runde Zahlen unter der Voraussetzung gemacht ist, dass die Widerstände der Lösungen ihren Concentrationen umgekehrt proportional seien. Aus diesen Werthen von R ist dann der *aequivalente Leitungswiderstand* ρ nach der Gleichung:

$$\rho = 4 . p . R$$

berechnet. Für Lösungen von ¼ Molekel ist demnach $\rho = R$.

L bedeutet schliesslich die Leitungsfähigkeit und ist aus $L = \frac{100000}{R}$ gefunden.

Tabelle № 1.

№	p_1	v	D	R_t	t	R_{18}	p	R	ρ	L
1	0,252	0	1,063*	85,1	18,71	86,3	$\frac{1}{4}$	86,9	86,9	1151
2	0,249	5,9	1,051	98,9	18,60	100,2	»	99,8	99,8	1002
3	0,254	16,2	1,040	128,1	18,69	130,0	»	130,5	130,5	766
4	0,251	26,3	1,028	161,6	19,30	166,5	»	167,2	167,2	598
5	0,251	37,0	1,012	204,8	18,18	205,8	»	206,6	206,6	484
6	0,251	46,8	0,996	230,5	18,81	235,1	»	236,1	236,1	415
7	0,251	56,9	0,982	269,9	18,10	270,6	»	271,4	271,4	368
8	0,250	66,4	0,944	304,8	18,21	306,4	»	306,4	306,4	326
9	0,251	73,5	0,920	345,4	17,00	337,1	»	337,4	337,4	295
10	0,251	0	1,060	87,1	17,80	86,7	»	87,0	87,0	1149
11	0,251	5,5	1,052	98,7	17,86	98,4	»	98,8	98,8	1012
12	0,251	10,7	1,045	114,7	17,98	114,7	»	115,2	115,2	868
13	0,251	19,2	1,036	139,6	18,04	139,8	»	140,4	140,4	712
14	0,251	29,7	1,024	178,3	18,12	178,8	»	179,5	179,5	557
15	0,251	40,4	1,009	217,3	18,00	217,3	»	218,2	218,2	459

№	p_1	v	D	R_t	t	R_{18}	p	R	ρ	L
16	0,251	49,6	0,993	247,0	17,98	246,9	$\frac{1}{4}$	247,9	247,9	403
17	0,251	58,8	0,975	284,0	17,20	278,5	»	279,6	279,6	358
18	0,251	69,8	0,949	321,2	17,76	319,3	»	320,6	320,6	312
19	0,1254	0	1,030	165,0	17,97	164,9	$\frac{1}{8}$	165,4	82,7	605
20	0,1254	5,5	1,022	195,6	17,91	195,2	»	195,8	97,9	511
21	0,1254	10,7	1,015	225,0	17,98	224,9	»	225,6	112,8	443
22	0,1254	19,2	1,007	277,4	17,98	277,3	»	278,2	139,1	360
23	0,1254	29,7	0,995	358,9	18,00	358,9	»	360,0	180,0	278
24	0,1254	40,4	0,980	430,2	17,98	430,0	»	431,4	215,7	218
25	0,1254	49,6	0,963	486,7	18,00	486,7	»	488,3	244,2	205
26	0,1254	58,8	0,946	572,6	16,60	553,6	»	555,4	277,7	180
27	0,1254	69,8	0,921	639,1	16,76	619,7	»	621,7	310,8	161
28	0,1254	79,4	0,896	698,8	18,00	698,8	»	701,0	350,5	143
29	0,0618	0	1,015*	320,0	18,38	322,5	$\frac{1}{16}$	319,5	79,9	313
30	0,0618	5,5	1,007	368,1	18,22	369,8	»	366,3	91,6	273
31	0,0618	10,7	1,000	432,2	18,35	435,5	»	431,4	107,8	232
32	0,0618	19,2	0,991	536,1	18,40	540,9	»	535,8	134,0	187
33	0,0618	29,7	0,980	748,3	17,11	713,4	»	706,7	176,7	141
34	0,0618	40,4	0,966	866,8	17,50	856,6	»	848,6	212,2	118
35	0,0618	49,6	0,949	973,6	17,70	966,5	»	957,4	239,4	104
36	0,0618	58,8	0,931	1122,7	16,52	1081,5	»	1071,3	267,8	93
37	0,0618	69,8	0,906	1239,5	16,77	1200,8	»	1189,5	297,4	84
38	0,0618	79,5	0,881	1349,6	16,98	1313,8	»	1301,5	325,4	77

Die mit einem Sterne bezeichneten Dichtigkeiten sind nicht gemessen, sondern den Hoffmann'schen [1]) Tabellen entnommen und für die Beobachtungstemperaturen berechnet worden.

Um alle Widerstände auf eine gemeinsame Temperatur zu reduciren, für welche, wie in meinen früheren Versuchen und in denen von F. Kohlrausch 18° angenommen wurde, benutzte ich theils die von Kohlrausch gefundenen Temperaturcoëfficienten, theils habe ich dieselben für einige Lösungen selbst bestimmt. Diese Bestimmungen mussten gemacht werden, weil ich nicht voraussetzen durfte, dass für wässrige und alcoholische Lösungen dieselben Coëfficienten gälten und der Einfluss der Temperatur auf alcoholische Lösungen ganz unbekannt ist.

Die ersten Bestimmungen des Temperaturcoëfficienten machte ich an der Lösung № 9; ich fand bei verschiedenen Temperaturen folgende Widerstände.

---

1) Hoffmann. Tabellen für Chemiker.

Tabelle № 2.

t	R_t	R_{18}
16,78	349,5	337,9
18,26	334,9	337,3
18,95	329,3	337,8
19,91	321,2	337,9
	Mittel:	337,7

$\alpha = 0{,}0272$

Der Temperaturcoëfficient α ist nach diesen Versuchen 0,0272 und gilt für eine Lösung in Alcohol von 73,5 Procent; für eine wässrige Lösung von derselben Stärke fand Kohlrausch den Coëfficienten 0,0200. Der Einfluss der Temperatur auf den Widerstand einer alcoholischen Lösung ist demnach stärker als auf den einer wässrigen.

Eine zweite Versuchsreihe zur Bestimmung des Temperaturcoëfficienten machte ich an der Lösung № 28.

Tabelle № 3.

t	R_t	R_{18}
16,80	720,6	698,3
18,23	693,9	698,0
20,44	658,0	699,4
21,74	637,9	699,3
	Mittel:	698,8

$\alpha = 0{,}0257$

№ 28 ist eine Lösung in Alcohol von 79,5 Procent; der Temperaturcoëfficient für dieselbe ist gleich 0,0257 gefunden, während er für eine entsprechende wässrige Lösung nach Kohlrausch's Untersuchungen 0,0206 beträgt.

Die gefundenen zwei Temperaturcoëfficienten können zwar keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen, da die Temperaturen, aus denen sie hergeleitet sind, einander zu nahe liegen; soviel aber kann aus diesen Messungen doch mit Sicherheit gefolgert werden, dass der Widerstand alcoholischer Lösungen mit der Temperatur beträchtlich rascher sich ändert als derjenige wässriger Lösungen.

Ich habe die Temperaturcoëfficienten nur für die angeführten zwei Proben direct bestimmt; für die übrigen Lösungen habe ich die Coëfficienten aus Kohlrausch's Messungen und aus den von mir gefundenen berechnet, indem ich annahm, dass sich der Temperaturcoëfficient dem Alcoholgehalte proportional ändere. Diese Annahme ist von der Wahrheit nicht weit enfernt, und keinesfalls können durch dieselbe wesentliche Unrichtigkeiten in den auf 18° reducirten Widerständen entstehen, da die Beobachtungstemperaturen

von 18° wenig abweichen und der Coëfficient für alcoholische Lösungen von dem für wässrige auch wenig sich unterscheidet.

Schliesslich habe ich für das Jodkalium noch den Widerstand einer Reihe wässriger Lösungen von verschiedener Stärke bestimmt. Die Resultate dieser Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle № 4.

№	p_1	R_t	t	R_{18}	p	R	ρ	L
39	0,2520	85,1	18,70	86,3	$\frac{16}{64}$	86,9	86,9	1151
40	0,2510	87,1	17,80	86,7	$\frac{16}{64}$	87,0	87,0	1149
41	0,1882	114,2	17,13	112,2	$\frac{12}{64}$	112,6	84,4	888
42	0,1254	165,0	17,97	164,9	$\frac{8}{64}$	165,4	82,7	605
43	0,0618	320,0	18,38	322,5	$\frac{4}{64}$	319,5	79,9	313
44	0,0464	427,6	17,01	419,7	$\frac{3}{64}$	415,5	77,9	241
45	0,0309	632,2	16,79	623,9	$\frac{2}{64}$	615,8	77,0	162

2. Jodnatrium = Na_2J_2 Atomgewicht 300.

6. Das zu den Versuchen benutzte Jodnatrium habe ich durch wiederholtes Auflösen schon sehr rein gekauften Salzes in starkem Alocohol und Auskrystallisiren des Salzes aus der Lösung gereinigt. Das Material war sehr rein, ohne jegliche Spur von gelblicher Färbung, im stärksten Alkohol ohne Rückstand löslich, aber nicht ganz trocken. Da dieses Salz mit Begierde Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und in feuchtem Zustande sich leicht zersetzt, so mussten die Wägungen sehr rasch gemacht werden. Aus diesem Grunde konnten die Proben nicht so genau hergestellt werden, als es wünschenswerth war, und musste ausserdem jede Probe nach beendigter Widerstandsmessung titrirt werden, was wiederum nach Vollrath's Methode geschah.

Tabelle № 5.

№	p_1	v	D	R_t	t	R_{18}	p	R	L
46	0,2456	0	1,057*	108,9	18,72	110,5	$\frac{1}{4}$	108,6	921
47	0,2250	0	1,057	118,1	18,60	119,7	»	107,8	928
48	0,2281	5,9	1,043	136,8	18,24	137,5	»	125,1	799
49	0,2285	16,2	1,032	176,2	18,43	177,9	»	162,6	615
50	0,2277	26,3	1,020	230,1	17,81	229,0	»	208,6	479
51	0,2313	37,0	1,007	274,9	18,00	274,9	»	254,9	392
52	0,2317	46,8	0,991	310,7	18,20	312,2	»	289,4	346
53	0,2312	56,9	0,972	340,0	18,17	341,5	»	315,9	317

№	p_1	v	D	R_t	t	R_{18}	p	R	L
54	0,2277	66,4	0,950	378,6	18,55	384,1	$\frac{1}{4}$	349,9	284
55	0,2322	73,5	0,934	394,6	19,04	405,8	»	377,0	265
56	0,2257	86,3	0,898	471,7	19,29	488,7	»	441,2	227
57	0,2361	94,2	0,876	515,3	19,42	536,0	»	517,2	186

Wie früher ist die mit einem Stern bezeichnete Dichte den Hoffmann'schen Tabellen für Chemiker entnommen.

Die Spalte unter ρ ist hier fortgelassen weil nur Proben von $\frac{1}{4}$ Molekel untersucht sind.

Für Jodnatriumlösungen habe ich den Temperaturcoëfficienten nicht direct bestimmt; für wässrige Lösungen entnahm ich ihn den Untersuchungen Kohlrausch's, für alcoholische habe ich den Coëfficienten unter der Voraussetzung berechnet, dass für eine alcoholische Lösung von Jodnatrium der Temperaturcoëfficient sich nach demselben Gesetze ändere wie für eine entsprechende Jodkaliumlösung. Die Erfahrung an andern Salzen berechtigt zu dieser Annahme; sollte sie indessen auch nicht ganz zutreffend sein, so können dadurch doch nur sehr unbedeutende Fehler entstehen, da die Beobachtungstemperaturen so wenig von 18° abweichen, dass die Reduction gewöhnlich nur 1,5 und nur einmal ausnahmsweise 5 Procent beträgt.

3. Kohlensaures Kali = K_2CO_3 Atomgewicht 138,37.

7. Die Lösungen wurden aus reinem und vollständig trockenem Salze hergestellt durch sorgfältiges Abwägen und nicht weiter titrirt, da die Stärke der Lösung auf diese Weise genauer bestimmt werden kann als durch Titriren, wenn man nur sicher ist mit ganz trockenem Material zu arbeiten. Die Resultate der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, wobei indessen die Spalten p_1 und R_{18} fortgelassen wurden, da sie mit p und R identisch sind.

Tabelle № 6.

№	p	v	D	R_t	t	R	ρ	L
58	$\frac{1}{2}$	0	1,074*	61,0	18,51	61,7	123,4	1630
59	»	5,9	1,043	72,8	19,02	74,5	149,0	1342
60	»	16,2	1,031	99,3	19,53	102,8	205,6	973
61	»	26,3	1,017	138,1	19,83	144,1	288,2	691
62	»	37,0	1,001	192,8	20,00	202,2	404,4	495

Auch für diese Lösung habe ich den Temperaturcoëfficienten nicht gemessen, sondern den von Kohlrausch für eine wässrige Lösung gefundenen angenommen; für alcoholische Lösungen habe ich dann den Coëfficienten in demselben Maasse verändert, wie ich dieses für Jodkalium und Jodnatriumlösung gethan.

Schon bei der Lösung № 62 begann die Spaltung derselben in zwei Flüssigkeitsmassen, die deutlich von einander gesondert waren: in eine wässrige Lösung des Salzes und in eine

über ihr stehende Schichte von Alcohol. Durch Umrühren konnte ich diese Lösung noch homogen erhalten, bei einer nachfolgenden Lösung in stärkerem Spiritus war das nicht mehr möglich und es musste daher die Untersuchungsreihe hier abgebrochen werden.

4. Chromsaures Kali (gelbes) = K_2CrO_4 Atomgewicht 194,47.

8. Ich benutzte dasselbe Präparat, welches ich für meine früheren Versuche sehr rein hergestellt hatte. Zu den gegenwärtigen Versuchen wurde das Salz durch anhaltendes starkes Erhitzen von neuem getrocknet. Da das chromsaure Kali sehr beständig und nicht hygroscopisch ist, so wurden die Lösungen durch Abwägung hergestellt und nicht titrirt.

Tabelle № 7.

№	p	v	D	R_t	t	R	ρ	L
63	$\frac{1}{2}$	0	1,081*	58,9	17,55	58,4	116,8	1713
64	»	5,9	1,055	69,3	17,95	69,2	138,4	1445
65	»	16,2	1,042	95,5	18,94	97,6	195,2	1024
66	»	26,3	1,030	131,7	19,22	135,5	271,0	738

Der Temperaturcoëfficient für die wässrige Lösung dieses Salzes war von mir schon früher gleich 0,0217 gefunden worden; mit Hülfe dieser Zahl wurden die Temperaturcoëfficienten für die alcoholischen Lösungen wie früher bestimmt.

In einer nächst folgenden stärkeren Probe von Alcohol löste sich das Salz nicht mehr ohne Rückstand.

5. Pikrinsäure = $C_6H_2(OH)3(N_2O_3)$ Atomgewicht 229,13.

9. Die Pikrinsäure war rein und trocken, die Lösung wurde durch Abwägen hergestellt.

Tabelle № 8.

№	p_1	v	D	R_t	t	R_{18}	L_{18}	p	ρ	L
67	0,01562	0	1,001	1000,5	20,03	1041,1	96	$\frac{1}{4}$	74,0	1351
68	0,01562	5,5	0,993	1157,9	19,69	1197,0	84	»	—	
69	0,03125	5,5	1,005	563,8	18,80	572,9	175	»	85,1	1175
70	0,03125	10,7	0,991	643,9	18,57	651,2	154	»	96,7	1034
71	0,03125	19,2	0,979	767,7	19,46	790,1	126	»	117,4	852
72	0,03125	29,7	0,967	943,7	20,35	998,0	100	»	148,2	675
73	0,03125	40,4	0,952	1237,9	20,65	1303,7	76	»	—	
74	0,06250	40,4	0,955	617,3	20,23	644,8	155	»	193,7	516
75	0,06250	49,6	0,938	761,3	20,26	795,7	126	»	—	
76	0,12500	49,6	0,945	401,6	20,14	418,8	239	»	239,0	416
77	0,12500	58,8	0,926	501,3	19,50	516,3	194	»	294,7	349
78	0,12500	69,8	0,902	636,0	19,89	660,0	152	»	—	
79	0,25000	69,8	0,916	370,1	18,89	376,7	265	»	376,7	265
80	0,25000	79,5	0,900	504,8	18,23	507,1	197	»	507,1	197
81	0,25000	89,5	0,878	780,8	18,00	780,8	128	»	780,8	128

Für die letzte Probe bestimmte ich noch den Temperaturcoëfficienten, wobei ich folgende Zahlen erhielt.

Tabelle № 9.

t	R_t	R_{18}
15,68	818,4	781,2
17,76	785,0	780,4
18,52	772,8	780,9
19,78	753,9	780,7
	Mittel:	780,8

$\alpha = 0{,}0200$

Aus diesen Versuchen ergiebt sich der Temperaturcoëfficient 0,0200; für eine wässrige Lösung habe ich den Coëfficienten 0,0196 gefunden doch sind mir die Beobachtungen verloren gegangen und nur das Endresultat finde ich in meinem Journale vezeichnet. Alle Reductionen der Widerstände der Pikrinsäure habe ich mit dem gemeinsamen Coëfficienten 0,0200 gemacht. Hierdurch können keine beträchtlichen Fehler entstanden sein, denn einerseits nimmt der Temperaturcoëfficient mit Verringerung des Alcoholgehalts in der Lösung ab, andererseits wächst er aber auch wiederum mit einer Abnahme der Stärke der Lösung; und bei meinen Versuchen waren in der That stärkere Concentrationen nur bei alcoholreicheren Lösungen benutzt worden. Eine Abnahme des Temperaturcoëfficienten mit Verminderung des Alcoholgehaltes zeigen alle meine Versuche ohne Ausnahme; eine Zunahme desselben mit Verdünnug der Lösung ist überhaupt nur gering, aber doch vorwaltend, wie dies die Versuche von F. Kohlrausch beweisen.

Eine Vergleichung der Widerstände von Pikrinsäure in Lösungen von gleicher Concentration aber von verschiedenem Alcoholgehalte, liess sich nicht durchführen, weil diese Säure in Wasser so wenig löslich ist, dass $\frac{1}{32}$ Molekel, d. h. 7,2 Gr. im Liter Wasser sich nicht mehr ohne Rückstand lösen. Wollte man daher gleich starke Lösungen für alle verschiedenen Stärkegrade des Alcohols, von 0 an untersuchen, so müsste man Lösungen benutzen, die weniger als $\frac{1}{32}$ Molekel Säure enthielten. Dann aber würden die alcoholischen Lösungen so geringer Stärke ausserordentlich grosse Widerstände zeigen, so grosse, dass sie mit Genauigkeit nicht zu messen wären. Wollte man z. B. den Widerstand einer Lösung von $\frac{1}{64}$ Molekel, wie die von mir benutzte wässrige, in Alcohol messen, so würde man ihn über 10000 S. E. finden.

Um jedoch trotzdem eine Vergleichung der Widerstände bei gleicher Concentration für Lösungen in Alcohol von verschiedener Stärke von 0 bis 90 Procent machen zu können, verfuhr ich auf folgende Weise. Ich löste $\frac{1}{4}$ Molekel Pikrinsäure in einem Liter Alcohol von 89,5 Procent und in noch zwei folgenden Proben schwächeren Alcohols von 79,5 und 69,8 Procent. In dem nächstfolgenden Alcohol von 58,8 Procent löste sich $\frac{1}{4}$ Molekel Pikrinsäure

nicht mehr ohne Rückstand auf. Es wurde daher eine Lösung von $\frac{1}{8}$ Molekel in dem schon benutzten Alcohol von 69,8 Procent hergestellt und durch Vergleichung der Widerstände dieser Lösung und der schon früher untersuchten von $\frac{1}{4}$ Molekel in demselben Alcohol ein Reductionsfactor für alle Lösungen von $\frac{1}{8}$ Molekel hergeleitet, mit welchem sie auf die Stärke von $\frac{1}{4}$ Molekel umgerechnet wurden. Ebenso wurden im Alcohol von 49,6 Procent zwei Lösungen hergestellt, die eine von $\frac{1}{8}$, die andere von $\frac{1}{16}$ Molekel. Das Verhältniss der Widerstände dieser zwei Lösungen ergab den Reductionsfactor für alle Lösungen von $\frac{1}{16}$ Molekel. Ebenso musste ich noch $\frac{1}{16}$ und $\frac{1}{32}$ Molekel in Alcohol von 40,4 Procent und schliesslich $\frac{1}{32}$ und $\frac{1}{64}$ in Alcohol von 5,5 Procent lösen. Diese vier Reductionsfactoren sind:

von $\frac{1}{8}$	auf $\frac{1}{4}$	0,571		
» $\frac{1}{16}$	» $\frac{1}{8}$	0,526	auf $\frac{1}{4}$	0,3004
» $\frac{1}{32}$	» $\frac{1}{16}$	0,495	» $\frac{1}{4}$	0,1487
» $\frac{1}{64}$	» $\frac{1}{32}$	0,479	» $\frac{1}{4}$	0,07117

mit Hülfe dieser Zahlen sind alle Widerstände auf den gemeinsamen Concentrationsgrad von $\frac{1}{4}$ Molekel reduirt und in den letzten Spalten unter ρ und L in der Tabelle angeführt. Diese Zahlen beziehen sich demnach grösstentheils auf fictive Lösungen, welche in Wirklichkeit gar nicht bestehen können. Das angewandte Reductionsverfahren stützt sich auf die Annahme, dass die Abhängigkeit des Widerstandes von der Concentration der Lösung für eine wässrige Lösung demselben Gesetze folgt, wie für eine alcoholische oder aber, dass der Einfluss des Alcoholgehaltes auf den Widerstand der Pikrinsäurelösung für alle Concentrationsgrade der Lösung derselbe ist. Wie weit eine solche Voraussetzung begründet und mit welchen Einschränkungen sie zulässig ist werden spätere Betrachtungen darthun.

6. Jodcadmium = CdJ_2 Atomgewicht 366.

10. Das Jodcadmium habe ich aus der bekannten chemischen Fabrik von Schering bezogen und von vorzüglicher Reinheit gefunden. Das Salz löste sich im stärksten Alcohol vollständig und klar ohne Färbung und Trübung. Die Lösungen wurden verschieden behandelt: die erste Serie von $\frac{1}{4}$ Molekel Stärke wurde nach Gewicht hergestellt; die erste Probe dieser Serie wurde auf Jod titrirt, weil der Wassergehalt des Salzes nicht bekannt war; die übrigen Proben dieser Serie wurden genau von demselben Gewicht genommen, wie die erste und wurde für dieselben auch dieselbe Stärke angenommen. Da das Salz in einem wohl verschlossenen Gefässe aufbewahrt wurde konnte es aus des Luft kein Wasser aufnehmen. Die übrigen Lösungen von $\frac{1}{2}$ und 1 Molekel wurden jede einzeln titrirt. Die Resultate der Untersuchungen dieses Salzes sind in der Tabelle № 10 mitgetheilt.

Tabelle № 10.

№	p_1	v	D	R_t	t	R_{18}	p	R	ρ	L
82	0,2468	0	1,075	492,5	18,00	492,5	$\frac{1}{4}$	489,9	489,9	20
83	»	5,5	1,067	587,0	17,55	580,1	»	577,0	577,0	173
84	»	10,7	1,060	713,6	17,63	707,3	»	703,5	703,5	142
85	»	19,2	1,051	913,3	17,77	904,9	»	900,0	900,0	111
86	»	29,7	1,039	1240,1	17,86	1235,4	»	1228,7	1228,7	82
87	»	40,4	1,028	1595,4	18,08	1598,9	»	1590,3	1590,3	63
88	»	49,6	1,012	1972,1	16,85	1903,4	»	1893,1	1893,1	53
89	»	58,8	0,990	2166,7	17,16	2113,3	»	2101,9	2101,9	47
90	»	69,8	0,966	2342,1	18,00	2342,1	»	2329,5	2329,5	43
91	»	79,5	0,940	2595,5	17,81	2582,1	»	2567,3	2567,3	38
92	»	89,5	0,911	3251,4	18,03	3248,5	»	3231,0	3231,0	31
93	0,5016	0	1,139	—	18,00	298,9	$\frac{1}{2}$	299,8	599,6	333
94	0,5029	6,0	1,132	—	18,00	353,8	»	356,4	712,8	281
95	0,5060	15,2	1,121	—	18,00	465,0	»	470,6	941,2	213
96	0,4930	23,3	1,107	—	18,00	577,4	»	574,9	1149,8	174
97	0,5026	34,5	1,094	—	18,00	764,1	»	768,1	1536,2	130
98	0,4978	43,7	1,080	—	18,00	910,1	»	914,4	1828,8	109
99	0,5040	56,2	1,058	—	18,00	1096,4	»	1105,2	2210,4	90
100	0,5050	65,0	1,040	—	18,00	1209,2	»	1221,4	2442,8	82
101	0,5077	75,4	1,015	—	18,00	1332,4	»	1352,9	2705,8	74
102	0,4948	85,1	0,990	—	18,00	1544,6	»	1528,5	3057,0	66
103	0,4888	93,5	0,964	—	18,00	2066,3	»	2020,0	4040,0	49
104	0,9734	0	1,303	—	18,00	185,2	1	180,2	720,8	555
105	0,9870	6,0	1,289	—	18,00	223,2	»	220,3	881,2	454
106	0,9872	15,2	1,263	224,2	17,82	289,1	»	285,7	1142,8	346
107	0,9765	23,3	1,253	—	18,00	341,4	»	333,4	1333,6	300
108	1,0044	34,5	1,243	—	18,00	445,1	»	447,1	1788,4	224
109	0,9974	43,7	1,229	—	18,00	523,1	»	524,5	2098,0	191
110	1,0014	56,2	1,206	—	18,00	640,6	»	641,5	2566,1	156
111	1,0729	65,0	1,186	—	18,00	656,2	»	704,0	2816,0	142
112	1,0015	75,4	1,168	—	18,00	779,9	»	781,0	3124,0	128
113	0,9771	85,1	1,131	—	18,00	891,8	»	871,4	3485,6	115
114	1,0048	93,5	1,122	—	18,00	1177,1	»	1182,7	4730,8	85

Für die Lösung № 82 bestimmte ich den Temperaturcoëfficienten und fand:

Tabelle № 11.

t	R_t	R_{18}
15,84	522,5	492,9
17,29	501,1	492,5
22,91	436,3	492,1
	Mittel:	492,5

$$\alpha = 0,0260$$

Ebenso wurde auch der Coëfficient für die Lösung № 90 bestimmt:

Tabelle № 12.

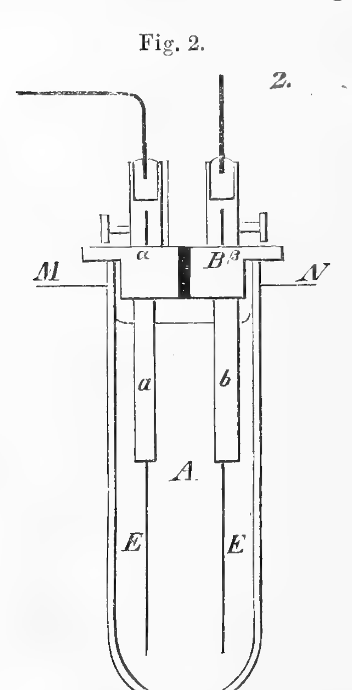
t	R_t	R_{18}
15,87	2494,7	2342,5
17,54	2373,5	2342,3
22,40	2079,4	2341,5
	Mittel	2342,1

$\alpha = 0{,}0286$

№ 82 ist eine wässrige Lösung von $\frac{1}{4}$ Molekel, № 90 eine alcoholische von 69,8 Procent Alcohol, gleichfalls von $\frac{1}{4}$ Molekel; der Coëfficient für die Letztere ist 0,0286, für die wässrige 0,0260. Es ist also wiederum der Einfluss der Temperatur grösser auf den Widerstand einer alcoholischen Lösung als auf den einer wässrigen.

Wo in der Tabelle 10 die Werthe von R_t nicht angeführt sind, habe ich die Widerstände bei zwei verschiedenen Temperaturen gemessen, von denen eine nahe über, die andere nahe unter 18° liegen und hieraus den Widerstand für 18° interpolirt. Die einzelnen Bestimmungen, aus denen R_{18} hergeleitet wurde, bieten kein Interesse, da die Temperaturintervalle zu gering waren (in der Regel bis 1° nur in Ausnahmsfällen bis 3°) um aus ihnen den Temperaturcoëfficienten mit einiger Genauigkeit herleiten zu können. Im Allgemeinen schwanken diese Coëfficienten um 0,03, der grösste gefundene Werth derselben beträgt 0,033, der geringste 0,026. Ich habe die einzelnen Bestimmungen der Widerstände in der Tabelle nicht angeführt und mich mit der Aufzählung der aus ihnen hergeleiteten Werthe R_{18} begnügt.

Fig. 2.



Lösungen von geringerer Stärke als $\frac{1}{4}$ Molekel liessen sich in dem beschriebenen Apparate nicht messen, weil die Widerstände so schwacher Lösungen im Alcohol zu gross für genaue Messungen sind. So z. B. hätte eine Lösung von $\frac{1}{16}$ Molekel in Alcohol von 93,5 Procent in dem oben beschriebenen Apparate einen Widerstand von circa 10.000 S. E. gezeigt. Aus Gründen, die später besprochen werden sollen, bieten aber stark verdünnte Lösungen von Cadmiumjodid in Bezug auf den Widerstand ganz besonderes Interesse. Ich habe es daher nicht unterlassen wollen die Untersuchungen auch auf schwache Lösungen auszudehnen. Um die Widerstände solcher Lösungen zu messen habe ich noch einen zweiten Apparat für die Widerstandsmessungen construiren lassen, der in nebenstehender Zeichnung in

natürlicher Grösse abgebildet ist. Er besteht aus einem einerseits zugeblasenen dicken Glasrohre *A* von 17 mm. innerem Durchmesser und 55 mm. Höhe, auf dessen oberes, offenes und abgeschliffenes Ende ein Messingdeckel *B* passt, der aus zwei durch Asphalt von einander isolirten Hälften besteht. Von einer jeden Hälfte des Deckels gehen dicke Kupferdrähte *a* und *b* hinab, an welche die platinirten, etwas cylindrisch concaven Platinelectroden *E* befestigt sind. Nach oben führen zwei Drähte α und β zu zwei kleinen Quecksilbernäpfen, durch welche die Ein- und Ausschaltung des Apparates in den Stromkreis ausgeführt wird. Der ganze Deckel ist mit Asphalt bestrichen, ebenso die Zuleitungsdrähte *a* und *b*, und nur die Platinelectroden sind bloss. Zu jedem Versuche wurden in das Gefäss genau 10 cmc. Lösung gebracht, die dann bis beinahe an den Deckel hinanreichte und etwa 15 mm. über den oberen Rand der Electroden ragte, die von einander an den nächsten Rändern 7 in der Mitte 13 mm. abstanden. Der Apparat tauchte bis beinahe an den Deckel in Wasser *MN*.

Mit diesem Apparate sind für die Widerstände die in der 13-ten Tabelle zusammengestellten Werthe gefunden worden.

Tabelle № 13.

№	p_1	v	D	R_{18}	t	p	R_1	R	ρ	L
115	0,2444	0	1,071	36,17	18,00	$\frac{1}{4}$	35,35	489,9	—	204
116	0,1202	0	1,025	56,18	18,00	$\frac{1}{8}$	53,99	748,2	374,1	134
117	0,1236	34,5	0,983	172,8	18,00	»	171,0	2369,1	1184,6	42
118	0,1235	65,0	—	274,8	18,00	»	271,5	3762,9	1881,4	26
119	0,1234	93,5	0,846	446,0	18,00	»	440,3	6102,0	3051,0	16
120	0,06223	0	1,007	83,42	18,00	$\frac{1}{16}$	83,74	1160,5	290,1	86
121	0,06274	34,5	0,966	282,5	18,00	»	283,6	3930,5	982,6	32
122	0,06257	65,0	0,907	479,6	18,00	»	480,2	6654,2	1663,5	15
123	0,06259	93,5	0,828	728,3	18,00	»	729,3	10107,4	2526,8	10
124	0,1243	0	1,028	54,28	18,00	$\frac{1}{8}$	53,96	747,8	373,9	134

Bei der geringen Entfernung der Electroden von einander muss die geringste Aenderung ihrer Lage eine grosse Aenderung im Widerstande veranlassen; dass die Electroden ihre gegenseitige Lage unverändert beibehalten haben, zeigt ein Vergleich der Widerstände № 116 u. 124.

Um die mit diesem Gefässe erhaltenen Widerstände mit den früheren vergleichbar zu machen, wurde in dem neuen Apparate der unter № 115 angegebene Widerstand einer schon früher unter № 82 untersuchten Lösung bestimmt. Dieser Widerstand, reducirt auf 18° und auf die Stärke von $\frac{1}{4}$ Molekel betrug 489,9 S. E., in dem neuen Gefässe ist er gleich 35,35 S. E. gefunden worden, woraus für die neuen Beobachtungen der Reductionsfactor 13,8585 folgt. Mit dieser Zahl wurden die unter R_1 angeführten Widerstände multiplicirt und so die Werthe *R* erhalten, aus denen dann wie früher ρ hergeleitet ist.

11. Die Widerstände von Pikrinsäure und Cadmiumjodid habe ich noch für Lösungen im stärksten Alcohol untersucht, dessen Herstellung oben in Punkt 4 pg. 8 beschrieben wurde. Bei 18° fand ich für diese Lösungen folgende Widerstände:

Für Pikrinsäurelösung von 0,300 Molekel 5767 S. E.
» Jodcadmiumlösung » 0,661 » 3905 »

Endlich habe ich noch den Widerstand einer Lösung von 0,200 Molekeln Pikrinsäure in Schwefelaether zu bestimmen versucht, in welchem sich die Säure gut löst. Der Widerstand dieser Lösung erwies sich jedoch so gross, dass er nach der bisher benutzten Methode nicht gemessen werden konnte. Ich suchte daher den Widerstand ohne Brücke zu messen, durch abwechselndes Ein- und Ausschalten der Lösung in einen unverzweigten Strom, und benutzte dazu 6 Bunsensche Elemente und eine Siemens'sche Tangentenboussole, an welche die Zweigschliessung 10 angebracht war, wodurch der Strom in der Boussole auf $\frac{1}{10}$ vermindert wird. Bei Ausschaltung der Pikrinsäure und bei Einführung in den Stromkreis statt ihrer 10.000 S. E. zeigte die Nadel eine Ablenkung von 24°. Nun wurde der Widerstand und die Zweigleitung der Boussole entfernt und die Pikrinsäure eingeschaltet. Ich erhielt hierbei gar keinen merklichen Ausschlag der Nadel. Nehme ich als Grenze der bemerkbaren Ablenkung 0,1 Grad an, so folgt hieraus, dass der Widerstsnd einer aetherischen Lösung von Pikrinsäure nicht geringer als 25. Millionen S. E. sein kann. Eine solche Lösung kann als Nichtleiter betrachtet werden.

12. Die erhaltenen Resultate der Widerstandsbestimmungen sollen nun benutzt werden um nach einer Gesetzmässigkeit zwischen den Widerständen alcoholischer Lösungen und der Stärke des zur Lösung benutzen Alcohols zu suchen. Vorerst will ich aber die schon früher erwähnte Behauptung Matteucci's prüfen, nach welcher wässrige und alcoholische Lösungen eines und desselben Salzes gleiche Widerstände haben sollen, wenn ihre spezifischen Gewichte einander gleich sind. Aus meinen Beobachtungsresultaten lassen sich mehrere Beispiele zur Prüfung dieses Satzes benutzen, doch genügen schon einige wenige um die völlige Unhaltbarkeit der Behauptung Matteucci's nachzuweisen.

So finden wir z. B. für Jodkalium:

1. Dichte 1,030.

Lösung von $\frac{1}{8}$ Molekel in Wasser Widerstand 165
» » $\frac{1}{4}$ » » Alcohol von 25,8% » 160

2. Dichte 1,015.

Lösung von $\frac{1}{16}$ Molekel in Wasser Widerstand 322
» » $\frac{1}{8}$ » » Alcohol von 10,7% » 225
» » $\frac{1}{4}$ » » » » 36,0% » 202

Ebenso finden wir für Lösungen von Jodcadmium:

3. Dichte 1,075.

Lösung von	$\frac{1}{4}$	Molekel	in Wasser	Widerstand	492
»	» $\frac{1}{2}$	»	» Alcohol von 46,6%	»	953

4. Dichte 1,139.

Lösung von	$\frac{1}{2}$	Molekel	in Wasser	Widerstand	299
»	» 1	»	» Alcohol von 83,0%	»	937

Nur das erste Beispiel zeigt einen Fall, wo die Behauptung Matteucci's angenähert sich bestätigt; in den übrigen Beispielen kann aber von einer Annäherung an dieses Gesetz auch nicht entfernt die Rede sein, da man statt gleicher Widerstände für Jodkalium die Zahlen 322 — 225 — 202 und für Jodcadmium 492 — 953 und 299 — 937 findet.

Aus diesen Betrachtungen ergeben sich demnach folgende Schlüsse:

1. Matteucci's Behauptung, dass alcoholische und wässrige Lösungen desselben Salzes bei gleicher Dichte der Lösungen gleiche Widerstände haben, steht mit der Erfahrung im Widerspruch.

2. Die Widerstände solcher alcoholischer und wässriger Lösungen desselben Salzes, welche gleiche Dichtigkeiten haben, stehen zu einander in keiner einfachen Beziehung.

13. Der Einfluss des Alcoholgehaltes einer Lösung auf ihren galvanischen Widerstand kann nach zwei Richtungen hin untersucht werden. Man kann sich erstens die Frage stellen, wie sich der Widerstand eines und desselben Salzes bei verschiedenen Concentrationsgraden der Lösung durch einen Zusatz von Alcohol ändert oder zweitens die andere Frage, nach welchem Gesetze diese Aenderung für Lösungen verschiedener Salze von aequivalenter Stärke erfolgen.

Zur Beantwortung der ersten Frage können die Widerstandsmessungen der Lösungen von Kalium- und Cadmiumjodid benutzt werden, welche zu diesem Zwecke in genügender Anzahl vorhanden sind.

Die in der Tabelle № 1 unter $\rho = 4pR$ angeführten Widerstände der Jodkaliumlösungen wurden einer leichteren Vergleichung wegen so umgerechnet, dass die Widerstände der wässrigen Lösungen gleich 100 gemacht wurden und die der aequivalenten alcoholischen Lösungen in dieser Einheit ausgedrückt. Die auf solche Weise erhaltenen relativen Widerstände wurden dann auf runde Zahlen des Alcoholgehaltes umgerechnet. Dise Umrechnung geschah durch lineare Interpolation. Die Resultate dieser Umrechnung sind in der folgenden Tabelle mitgetheilt, wobei indessen Bruchtheile fortgelassen wurden, weil in Folge der wiederholten Interpolationen, die ja nicht strenge sind, die erste Decimale nicht mehr sicher ist.

Tabelle № 14.

v	R'_4	R''_4	R_4	r_4	ΔR_4	R_8	r_8	ΔR_8	R_{16}	r_{16}	ΔR_{16}
0	100	100	100	100	0	100	100	0	100	100	0
5	113	113	113	118	+ 5	116	119	+3	114	120	+6
10	130	129	130	137	+ 7	134	139	+5	132	139	+7
15	147	146	146	155	+ 9	152	159	+7	150	159	+9
20	165	165	165	173	+ 8	172	178	+6	171	179	+8
25	185	186	186	191	+ 5	195	198	+3	197	198	+1
30	207	207	207	211	+ 4	218	217	−1	222	218	−4
35	228	228	228	229	+ 1	239	237	−2	243	238	−5
40	249	249	249	247	− 2	259	256	−3	263	257	−6
45	268	267	268	265	− 3	278	276	−2	282	277	−5
50	286	285	286	283	− 3	295	295	0	300	297	−3
55	307	306	306	301	− 5	319	315	−4	321	316	−5
60	327	326	326	320	− 6	339	334	−5	339	336	−3
65	347	348	348	338	−10	358	354	−4	356	356	0
70	369	370	370	357	−13	378	374	−4	374	375	+1
75	—	—	—	—	—	401	393	−8	392	395	+3

In dieser Tabelle bedeuten R'_4 und R''_4 die für eine Lösung von $\frac{1}{4}$ Molekel in zwei verschiedenen Beobachtungsreihen gefundenen relativen Werthe der Widerstände, bezogen auf die einer wässrigen Lösung derselben Concentration gleich 100. Die geringen Differenzen zwischen den Resultaten dieser zwei Reihen, die nie eine Einheit übersteigen, erklären sich befriedigend aus dem Fortlassen der Brüche. Aus den Werthen R'_4 und R''_4 ist das Mittel R_4 genommen.

Vergleicht man die Werthe R_4 für die Lösung von $\frac{1}{4}$ Molekel mit R_8 und R_{16} für solche von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{16}$ Molekel, so wird man bemerken, dass für entsprechende Lösungen, d. h. für solche von gleichem Alcoholgehalte, die relativen Widerstände R einander nahe gleich sind; es ist daher statthaft aus diesen drei Werthen ein Mittel zu ziehen, welches für alle drei untersuchten Jodkaliumlösungen von $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{4}$ Molekel gültig ist. Diese Mittelwerthe sind in der folgenden Tabelle 15 zusammengestellt.

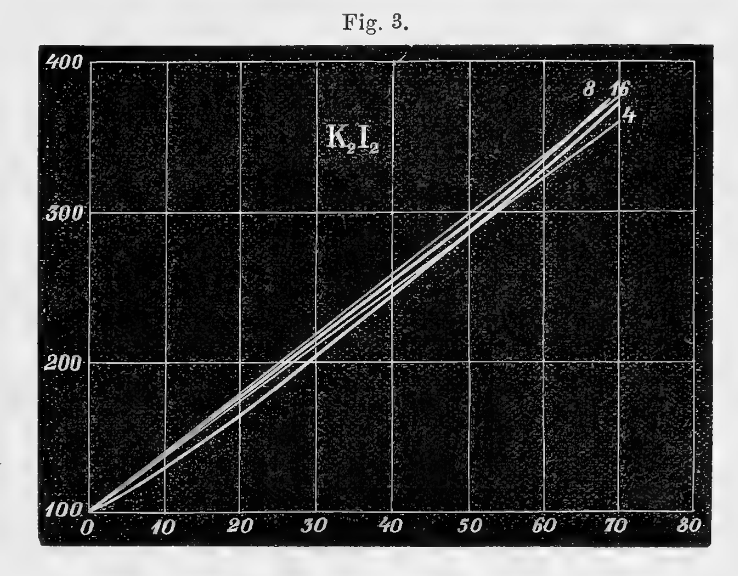
Tabelle № 15.

v	R	r	ΔR
0	100	100	0
5	114	119	+ 5
10	132	138	+ 6
15	149	158	+ 9
20	169	177	+ 8
25	193	196	+ 3
30	216	215	− 1

v	R	r	ΔR
35	237	234	− 3
40	257	254	− 3
45	276	273	− 3
50	294	292	− 2
55	315	311	− 4
60	335	330	− 5
65	354	350	− 4
70	374	369	− 5

Die Mittelwerthe weichen von den einzelnen Bestimmungen, aus denen sie hergeleitet sind, höchstens um 3 bis 4 Procent ab. Anschaulicher als durch obenstehende Tabelle wird die Uebereinstimmung durch beifolgende Zeichnung № 3 illustrirt, in welcher die Volumprocente des zur Lösung benutzten Alcohols als Abscissen, die relativen Werthe der Widerstände R als Ordinaten aufgetragen sind. Die Curven der Zeichnung drücken demnach das Gesetz aus, nach welchem die Widerstände der Lösungen sich mit dem Alcoholgehalte derselben ändern. Die Zahlen, mit welchen die Curven bezeichnet sind, entsprechen den Indicis der in den Tabellen angeführten R.[1]).

Fig. 3.



Die Curven von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{16}$ Molekellösungen weichen von einander so wenig ab, dass sie auf der Zeichnung nicht getrennt dargestellt werden konnten.

Die nahe Coïncidenz der drei Curven führt zu dem Schlusse, dass:

3. Der Einfluss des Alcoholgehaltes auf den Widerstand einer Jodkaliumlösung von der Stärke derselben fast unabhängig ist.

Für sehr schwache Lösungen scheint das eben ausgesprochene Gesetz sehr nahezu strenge zu sein, für stärkere, z. B. für solche von $\frac{1}{4}$ Molekel oder 8,3 Procent ist es dagegen weniger streng.

Die Gestalt der Curven zeigt ferner, dass sie von der Geraden nur wenig abweichen, oder, dass der Widerstand alcoholischer Lösungen dem Alcoholgehalte derselben nahezu

1) Durch einen Fehler in der Zeichnung steht 16 bei der weiter zu erwähnenden Geraden.

proportional ist. Es lässt sich daher das Gesetz der Abhängigkeit des Widerstandes vom Alcoholgehalte der Lösungen durch eine Gleichung von der Gestalt:

$$R = 100\,(1 + a.v)$$

ausdrücken.

Bestimmt man für die drei untersuchten Concentrationsgrade der Jodkaliumlösungen den Werth der Constanten a, so erhält man:

Für die Lösung von $\frac{1}{4}$ Molekel $a = 0{,}0367$
» » » » $\frac{1}{8}$ » $a = 0{,}0391$
» » » » $\frac{1}{16}$ » $a = 0{,}0393$
Im Mittel $a = 0{,}0384$

Mit diesen Werthen von a sind die Widerstände r in den Tabellen № 14 und 15 berechnet worden, die von den beobachteten Widerständen R um die nebenbei stehenden Differenzen $\Delta\ R$ abweichen. Ausserdem ist die Gerade für $\frac{1}{4}$ Molekel auf die Zeichnung № 3 aufgetragen und man sieht, dass sie von der entsprechenden Curve nur sehr wenig abweicht. Für Lösungen von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{16}$ Molekel im Liter fallen die Geraden mit den entsprechenden Curven noch näher zusammen.

Man kann daher mit grosser Annäherung folgern, dass:

4. Für Jodkaliumlösungen in der Stärke von 0 bis $\frac{1}{4}$ Molekel, oder 8,3 Procent, die Widerstände dem Alcoholgehalte der Lösungen proportional wachsen.

14. Die für das Jodkalium gefundene einfache Beziehung zwischen der Stärke des für die Lösung benutzten Alcohols und dem Widerstande der Lösung findet sich beim Jodcadmium nicht wieder. Rechnet man die Widerstände der Lösungen dieses Salzes ebenso um, wie dieses für die Jodkaliumlösungen geschehen, so erhält man die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Zahlen.

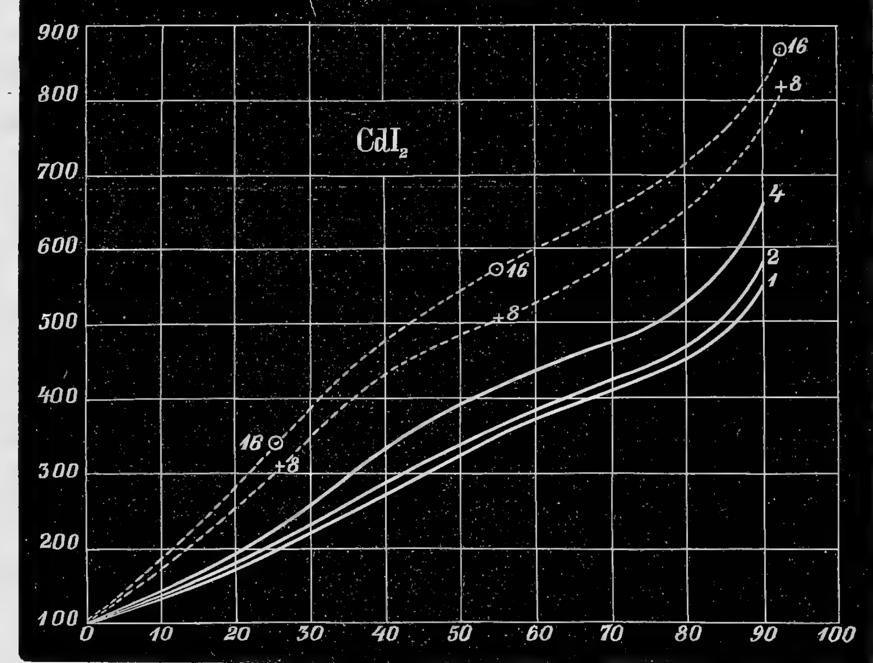
Tabelle № 16.

v	R_1	R_2	R_4
0	100	100	100
5	118	116	116
10	138	136	140
15	157	155	164
20	174	178	189
25	194	202	221
30	222	230	253
35	250	259	287
40	274	285	322
45	299	312	356
50	324	336	389
55	350	362	412

v	R_1	R_2	R_4
60	371	385	434
65	391	407	455
70	411	428	476
75	431	449	502
80	458	474	527
85	485	509	582
90	555	588	667

Grösserer Anschaulichkeit wegen sind auch diese drei Beobachtungsreihen graphisch dargestellt, wobei indessen der verticale Maasstab in der Zeichnung Fig. 4 gegen den in Zeichnung Fig. 3 zweimal vermindert ist.

Fig. 4.



Ein Blick auf nebenstehende Zeichnung genügt um zu zeigen, dass der Einfluss der Stärke des Alcoholgehaltes auf den Widerstand einer Jodcadmiumlösung von der Stärke der Lösung ganz beträchtlich abweicht; namentlich ist dieses, auffallender Weise, für schwache Lösungen besonders merklich, während für Jodkalium das Umgekehrte gilt. Ausserdem bemerkt man, dass für schwache Lösungen des Jodcadmiums der Alcoholgehalt auf den Widerstand der Lösung einen grösseren Einfluss ausübt, als für stärkere Lösungen; in beschränkterem Maasse gilt dasselbe auch für Lösungen von Jodkalium.

Von einer Proportionalität der relativen Widerstände einer Jodcadmiumlösung und der Stärke des zu derselben benutzten Alcohols, kann auch entfernt nicht die Rede sein, da die Curven für die Widerstände von der Gestalt einer Geraden viel zu sehr abweichen. Auffallend ist hierbei die zweimalige Krümmung, welche die Linien zeigen, indem sie anfangs bis etwa 55 Procent rasch ansteigen, dann bis etwa 80% eine Verzögerung im Ansteigen nach-

weisen, worauf sie wiederum sehr rasch anwachsen. Dass dieses complicirte Verhalten nicht etwa Beobachtungsfehlern zuzuschreiben ist, sondern dass es wirklich in der Natur der Erscheinung liegt, wird durch den sehr ähnlichen Verlauf aller drei Curven bewiesen. Auch die vereinzelten Beobachtungen an Lösungen von $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{16}$ Molekel, die nicht genügen um nach ihnen Curven zu ziehen, zeigen, trotz der geringeren Anzahl, in welcher sie gemacht sind, doch deutlich die zweimalige Krümmung, welche für die Curven für Lösungen von 1, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ Molekel charakteristisch ist. In der Zeichnung Fig. 4 sind unter Bezeichnung 8 und 16 die Widerstände für diese schwächeren Lösungen eingetragen und dann durch die punktirten Curven verbunden.

Der so sehr verschiedenartige Einfluss, den die Stärke des Alcohols als Lösungsmittel auf Lösungen von Jodkalium und Jodcadmium ausübt, wird wohl aus dem so sehr verschiedenen Verhalten dieser zwei Salze gegen Alcohol zu erklären sein. Gegen das eine Salz, Jodkalium, ist der Alcohol ganz indifferent; er löst es gar nicht, und in der Lösung treten, wie weiter unten gezeigt werden wird, auch keine Complexmolekeln auf, während hingegen das zweite Salz, Jodcadmium, im Alcohol sehr leicht löslich ist, wobei sich Complexmolekeln in um so grösserer Zahl, und wahrscheinlich auch in um so höherem Grade, bilden, je stärker der Alcohol und je concentrirter die Lösung ist. Solchen Molekeln von grösserer Complication ist wohl auch die zweimalige Krümmung der Widerstandscurven für die Jodcadmiumlösungen zuzuschreiben, denn diese Krümmung weist doch darauf hin, dass ausser den Umständen, welche den Widerstand der Lösungen beider Salze gemeinsam ändern, noch andere vorhanden sind, welche auf Jodcadmium allein wirken und zwar nach einem anderen Gesetze als die ersteren.

15. Ausser den betrachteten zwei Salzen habe ich keine andern in Lösungen von verschiedenen Concentrationsgraden untersucht und es lässt sich daher aus dem vorliegenden Materiale nicht entscheiden, wie weit für die übrigen Salze der Einfluss des Alcoholgehaltes auf den Widerstand von dem Salzgehalte der Lösungen abhängig ist. Es liegt aber genügendes Beobachtungsmaterial vor um den Einfluss des Alcoholgehaltes auf Lösungen verschiedener Salze und gleicher Concentration zu beurtheilen. Zu diesem Zwecke kann man die relativen Widerstände für Lösungen von $\frac{1}{4}$ Molekel unter einander vergleichen. Nur für das kohlensaure und das gelbe chromsaure Salz des Kali liegen keine Untersuchungen für solche Stärke der Lösung vor; es mussten daher zur Vergleichung Lösungen von $\frac{1}{2}$ Molekel hinzugezogen werden.

Ich habe nun für ein jedes Salz die Widerstände, wie früher, auf den einer wässrigen Lösung, gleich 100, bezogen und hierdurch die in folgender Tabelle mitgetheilten Werthe erhalten:

Tabelle № 17.

	1	2	3	4	5	6
v	K_2I_2	Na_2I_2	K_2CO_2	K_2CrO_4	CdI_2	Pikrinsäure
0	100	100	100	100	100	100
5	113	113	118	116	116	114
10	129	129	139	138	140	129
15	146	146	161	161	164	145
20	165	166	191	191	189	162
25	186	187	224	224	221	184
30	207	208	266	—	253	204
35	228	228	310	—	287	230
40	249	246	—	—	322	260
45	267	260	—	—	356	292
50	285	275	—	—	389	326
55	306	288	—	—	412	367
60	326	302	—	—	434	412
65	348	319	—	—	455	461
70	369	336	—	—	476	518
75	—	355	—	—	502	593
80	—	378	—	—	527	700
85	—	402	—	—	582	860
90	—	441	—	—	667	1073
95	—	485	—	—	—	—

Die Zahlen dieser Tabelle sind in der Zeichnung Fig. 5 auf folgender Seite graphisch dargestellt, wobei wiederum die Abscissen den Alcoholgehalt der Lösung bedeuten, die Ordinaten den raltiven Widerstand. Die Curven sind mit denselben Nummern bezeichnet wie die Salze in der 17. Tabelle.

Vergleicht man die Widerstände der verschiedenen Salze unter einander, so findet man für alle nur die eine gemeinsame Erscheinung, dass, ohne Ausnahme, für alle untersuchten Stoffe der Widerstand der Lösung mit dem Alcoholgehalte derselben wächst. Das Gesetz dieses Wachsthums ist aber für verschiedene Lösungen ein sehr verschiedenes.

Soweit sich die Vergleichung nach dem gegebenen Beobachtungsmaterial verfolgen lässt, werden die Widerstände des kohlensauren und neutralen chromsauren Salzes des Kali vom Alcohol ganz in gleichem Grade beeinflusst. Die Curven der beiden Salze sind in dem Diagramme Fig. 5 nicht von einander zu trennen gewesen.

Bis zu einem Alcoholgehalte von 35 Procent fallen ferner die Curven für Jodkalium, Jodnatrium und Pikrinsäure zusammen, dann aber, bei noch stärkerem Alcoholgehalte, beginnen sie rasch zu divergiren; der Widerstand der Pikrinsäure wächst hierbei am geschwindesten, der der Jodnatriumlösung am langsamsten.

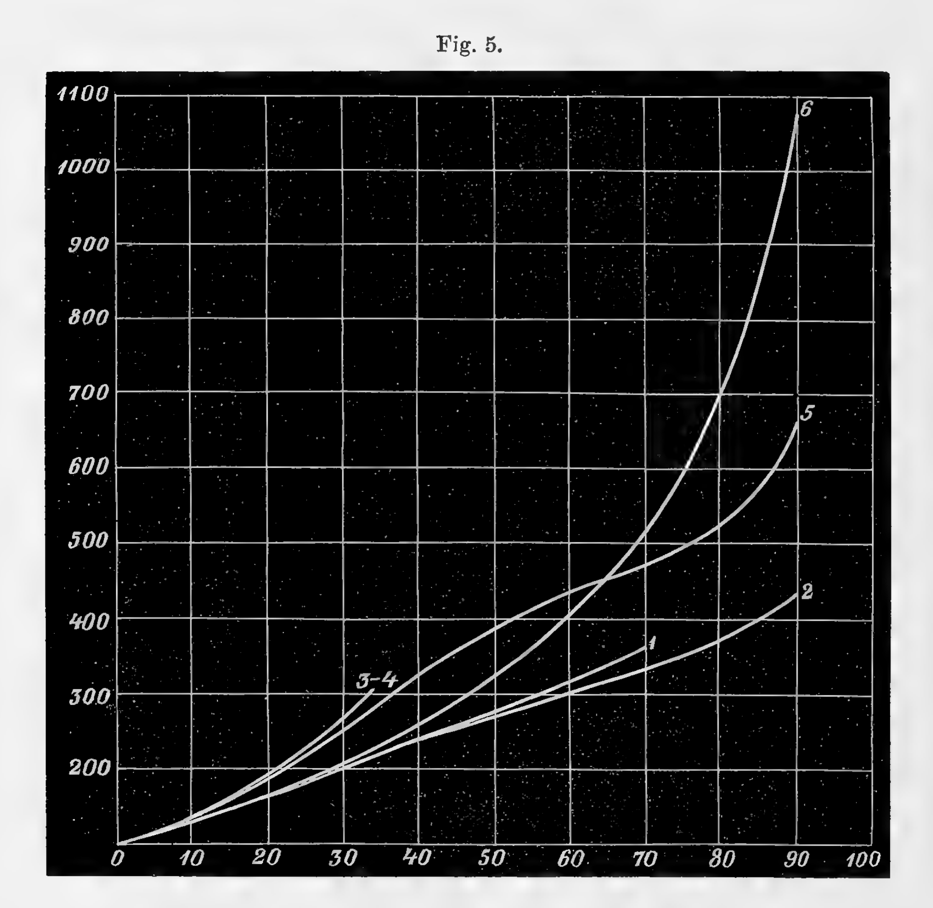
Bis zu einem Alcoholgehalte von 70 Procent folgt das Jodnatrium ebenso gut dem

Gesetze einer Geraden wie das Jodkalium und kann daher der Widerstand durch die Gleichung

$$R = 100\,(1 + b\,.\,v)$$

ausgedrückt werden. Der Coëfficient b für Jodnatrium ist $= 0{,}03434$, während für das Jodkalium der Coëfficient 0,03663 gefunden worden ist, also nicht sehr verschieden von dem des Jodnatriums. Ueber 70 Procent hinaus wächst die Curve geschwinder, als es das Gesetz der Geraden verlangt, wie das auch alle übrigen Salze zeigen.

Fig. 5.



Eine ausgesprochene zweimalige Krümmung zeigt nur die Curve für Jodcadmiumlösungen. Bis etwa 25 Procent Alcoholgehalt hat die Curve dieses Salzes einen ganz ähnlichen Verlauf wie die des kohlensauren und chromsauren Kalis, dann aber wächst der Widerstand des Cadmiumsalzes langsamer als der der Kalisalze; von 35 Procent verzögert sich das Wachsthum des Widerstandes für das Cadmiumsalz in immer stärkerem Maasse bis etwa 65 Procent Alcoholgehalt, um dann ausserordentlich rasch zuzunehmen. Einen ähnlichen Verlauf, wenn auch in viel beschränkterem und nur schwach merkbaren Maasse, scheint auch die Curve für den Widerstand des Jodnatriums zu zeigen. Bis 35 Procent fällt sie mit der Curve für Jodkalium zusammen, dann steigt sie schwächer an, um von 75 Procent an wiederum beträchtlich rascher zu steigen. Indessen ist in diesem Falle die zweimalige Krümmung so schwach, dass sie kaum nachweisbar ist.

Aus der Gestalt der Curven für die Widerstände der Pikrinsäure und des Jodcadmiums

ersieht man deutlich, wie bei grossem Alcoholgehalte der Einfluss des Alcohols auf den Widerstand der Lösungen immer schneller wächst. Die Curven haben eine Gestalt, als ob sie sich der Ordinate 100 wie einer Assymptote nähern. Es hat den Anschein als ob Lösungen in vollkommen wasserfreiem Alcohole den Strom gar nicht leiten. Dass eine aetherische Lösung von Pikrinsäure, trotz der relativ grossen Löslichkeit im Aether ein Nichtleiter ist, habe ich schon oben angeführt. Mit der Annahme eines unendlichen Widerstandes von Lösungen in absolutem Alcohole, steht in vollem Einklange der sehr grosse Widerstand des Jodcadmiums und der Pikrinsäure in Lösungen von 99,35 procentigem Spiritus, deren auf p. 20 Erwähnung geschehen. Macht man für diese Lösungen die Reduction auf $\frac{1}{4}$ Molekel, so erhält man für Pikrinsäure den relativen Widerstand angenähert 9500 und für Jodcadmium 3700, so dass gegen Alcohol von 90 Procent die Pikrinsäure 9 mal, das Jodcadmium etwa $6\frac{1}{2}$ mal stärkeren Widerstand zeigt.

II. Jonenüberführung.

16. Die neueren Untersuchungen von F. Kohlrausch[1]) über die Widerstände der Electrolyte stellen diese Erscheinung in die allernächste Beziehung zu den Bewegungsgeschwindigkeiten der Jonen in dem gelösten Electrolyte, wodurch die schon früher mehrfach bemerkte Analogie zwischen galvanischem Leitungsvermögen eines Electrolyten und der Fluidität der Lösungen oder ihrem inneren Reibungswiderstande verständlich werden. Aus diesem Grunde müssen die Widerstände der Electrolyte stets im Zusammenhange mit anderen Bewegungserscheinungen in demselben studirt werden, so unter anderen Erscheinungen auch mit derjenigen der Jonenwanderung, wie das schon früher von Anderen, in letzter Zeit auch von F. Kohlrausch in der citirten Abhandlung geschehen ist. Das Studium der Ueberführung der Jonen giebt aber auch Aufschluss über einige Vorgänge in Lösungen, welche wiederum auf den Leitungswiderstand der Electrolyte zurückwirken und daher für eine Erklärung der Widerstände von besonderer Bedeutung sind.

Ueber die Erscheinung, welche Hittorf Jonenwanderung genannt hat, liegen bereits ziemlich viele Beobachtungen vor, so von Daniell[2]), Pouillet[3]), Hittorf[4]), Almeida[5]), G. Wiedemann[6]), Weiske[7]), Bourgoin[8]) und Anderen. Die eingehendsten Untersuchungen über diese Erscheinung hat Hittorf gemacht; er auch ist der erste gewesen, wel-

1) F. Kohlrausch. Wiedem. Annl. B. VI, p. 1.
2) Daniell. Pogg. Annl. LXIV, p. 18. — Philos. Transactions T. I, p. 4.
3) Pouillet. Pogg. Annl. B. LXV, p. 474. — Comptes rendus T. XX, p. 1544.
4) Hittorf. Pogg. Annl. B. LXXXIX, p. 177. — XCVIII, p. 1. — CIII, p. 1. — CVI, p. 337.
5) Almeida. Bibliothèque universelle 1855, Mai.
6) G. Wiedemann. Pogg. Annl. XCIX, p. 177.
7) Weiske. Pogg. Annl. CIII, p. 466.
8) Bourgoin. Annls. d. chimie et d. physique (4) XIV, 157, 430—XXI, 264—XXII, 361.

cher die Ueberführungszahlen der Jonen als die relativen, oder richtiger ausgedrückt, als die partiellen Geschwindigkeiten der Jonen gedeutet hat. Während man bis Hittorf stillschweigend annahm, dass die positiven und negativen Jonen, die sich bei der Electrolyse bilden, mit gleicher Geschwindigkeit durch den Electrolyten hindurch fortgeführt werden, zeigte Hittorf, dass diese Geschwindigkeiten verschieden sein müssen. Bedeutet v die volle relative Geschwindigkeit des einen Jons gegen das andere, so ist nach Hittorf's Auffassung $\frac{1}{n}v$ die partielle Geschwindigkeit des einen, z. B. des negativen, $\frac{1}{p}v$ die des anderen, des positiven Jons. Hier sind $\frac{1}{n}$ und $\frac{1}{p}$ die Ueberführungszahlen der Jonen und wenn man $v = 1$ macht, zugleich die partiellen Geschwindigkeiten oder die in gleichen Zeiten zurückgelegten Wegelängen derselben. Da die Summe der partiellen Wegelängen gleich sein muss der vollen Wegelänge, um welche sich die beiden Jonen von einander entfernt haben, so muss, da ja die Jonen nach entgegengesetzten Richtungen fortgeführt werden, $\frac{1}{n} + \frac{1}{p} = 1$ und daher sowohl $\frac{1}{n}$ als auch $\frac{1}{p}$ kleiner als Eins sein.

Obgleich die Auffassung Hittorf's zu wiederholten Malen angegriffen worden ist, so ist sie doch als die wahrscheinlichste Deutung der Erscheinung der Jonenwanderung anzunehmen und wird jetzt wohl von der Mehrzahl der Physiker getheilt. Doch muss man sich hüten, in den Ueberführungszahlen Hittorf's immer nur die partiellen Geschwindigkeiten der Jonen zu erblicken, d. h. die Ueberführungszahlen unbedingt den partiellen Geschwindigkeiten proportional zu setzen. In manchen Fällen ist es nämlich nothwendig die Ueberführungszahlen anders zu deuten, wie das Hittorf selbst schon bemerkt hat.

Um dies zu zeigen muss nochmals hervorgehoben werden, dass die Jonen entgegengesetzt gerichtete Bewegungen haben und daher die Zahlen $\frac{1}{p}$ und $\frac{1}{n}$ nie den Werth Eins erreichen oder richtiger überschreiten können. Die Voraussetzung, welche Quinke[1]) macht, dass nämlich die Jonen auch in ein und derselben Richtung fortgeführt werden können, verlangt, dass das Lösungsmittel mit zersetzt werde, wodurch der Vorgang der Electrolyse zwar complicirt wird, die Grunderscheinung jedoch, nämlich die entgegengesetzte Bewegung der Jonen dennoch bleibt. Diese Voraussetzung Quinke's kann allerdings gemacht werden, um einige von Hittorf's Beobachtungsresultaten zu erklären; sie widerspricht aber der Erfahrung, denn es sind thatsächlich Fälle von scheinbar gleichgerichteter Bewegung der Jonen bekannt, wobei eine Zersetzung des Lösungsmittels nachweislich nicht stattfindet.

Es steht demnach wohl fest, dass nach der Deutung, welche Hittorf und mit ihm wohl die Mehrzahl aller Physiker, der Erscheinung der Jonenwanderung geben, die Ueberführungszahlen $\frac{1}{n}$ und $\frac{1}{p}$ ächte Brüche sein müssen und keiner von ihnen einen negativen Werth annehmen kann. Nun aber kommen unter Hittorf's Versuchen wiederholt Fälle vor,

1) Quinke. Pogg. Annl. B. CXLIV, p. 16.

wo die eine Ueberführungszahl, etwa $\frac{1}{p}$, grösser als Eins ist, während die andere negativ wird. Solche Fälle hat Hittorf z. B. an starken wässrigen Lösungen des Jodcadmiums und noch einiger anderer Salze constatirt. Die Resultate von Hittorf's Versuchen an Jodcadmiumlösungen in Wasser habe ich in folgender Tabelle ausgeschrieben:

Tabelle № 18.

№	H_2O	Cd	J_2
1	1,8813	− 0,258	1,258
2	3,04	− 0,192	1,192
3	4,277	− 0,148	1,14
4	18,12	+ 0,069	0,931
5	69,60	+ 0,358	0,642
6	166,74	+ 0,387	0,613

In dieser Tabelle bedeuten die Zahlen unter H_2O das Gewicht des Wassers auf einen Gewichtstheil Salz, unter Cd steht die Anzahl von Molekeln Cadmiums, welche auf eine Molekel, im Kupfervoltameter ausgeschiedenen Kupfers, zur Kathode wandert, wenn die Zahl mit + bezeichnet ist und umgekehrt zur Anode, wenn sie negativ ist. Ebenso bedeuten die Zahlen unter J_2 die Ueberführungen des Jodes zur Anode.

Für die drei ersten Proben, die sich auf stärkere Lösungeu beziehen, beträgt die Ueberführung des Jods zur Anode mehr als Eins, d. h. $\frac{1}{p} > 1$ und dem entsprechend ist die Ueberführung des Cadmiums zur Kathode negativ, d. h. das Cadmium wird gleichfalls zur Anode fortgeführt, also in derselben Richtung wie das Jod.

Hier also liegt ein Fall vor, wo die Jonen scheinbar in gleicher Richtung fortgeführt werden; es müsste also nach Quinke eine Wasserzersetzung eintreten, die aber thatsächlich nicht stattfindet. Hören wir wie Hittorf selbst diesen Fall erläutert. Er sagt:[1])

«Die Zahlen, welche die concentrirten Lösungen des Jodcadmiums № 1, 2 und 3 liefern, weichen von den bis jetzt erhaltenen wesentlich ab. Wir finden hier von beiden Bestandtheilen an der Anode nach der Electrolyse eine Vermehrung, welche, da die mittleren Schichten ihre Zusammensetzung bewahrten, an der Kathode eine gleich starke Verminderung bedingt».

«Wollten wir dieses Ergebniss wie früher deuten[2]), so hätten sich beide Jonen, Jod wie Cadmium, zur Anode in der Weise bewegt, dass ersteres eine grössere Strecke als den Abstand zweier Salzmoleküle jedesmal zurücklegt und erst dann das Metall einholt, das in der nämlichen Richtung, nur weit langsamer, wandert. In der Lösung № 1 zum Beispiel,

1) Hittorf. Pogg. Annl. CVI, p. 545.
2) Nämlich als verschiedene partielle Geschwindigkeiten der Jonen.

würde sich Jod bei der jedesmaligen Trennung und Wiedervereinigung ungefähr um $1\frac{1}{4}$, Cadmium um $\frac{1}{4}$ des Abstandes zweier Salzmoleküle der Anode nähern».

«Offenbar ist diese Deutung zurückzuweisen und eine andere aufzusuchen».

«In dem Doppelsalze (J Cd + JK) bewegte sich das Cadmium mit dem gesammten Jod zur Anode; in den verdünnten Lösungen des Jodcadmiums zeigt das Cadmium das gewöhnliche Verhalten der Metalle und wandert zur Kathode, indem es etwa $\frac{2}{5}$ und Jod $\frac{3}{5}$ des Abstandes zweier Salzmoleküle zurücklegt».

«Ein grosser Theil der Chemiker nimmt gegenwärtig in vielen elementaren und zusammengesetzten Gasen die Atome zu zwei und zwei vereinigt an; mit anderen Worten: er statuirt, was der älteren Schule als eine Absurdität erscheint, chemische Verbindungen zwischen gleichartigen Stoffen. Jedem, der sich genauer mit den Verhältnissen der Lösungen beschäftigt, drängen sich die Analogieen, welche zwischen den aufgelösten und gasförmigen Körpern bestehen, unwillkürlich auf».

«Obige Resultate zwingen mich in den concentrirten Lösungen Doppelsalze anzunehmen, welche aus zwei Aequivalenten JCd bestehen und sich gegen den Strom wie die aus zwei verschiedenen Metallen constituirten verhalten. Sie spalten sich während der Electrolyse in (JCd+J) und Cd. Zur Hälfte wandert das Cadmium zur Kathode und ist im Sinne der herrschenden Electricitätstheorie electropositiv, zur andern Hälfte geht es mit dem gesammten Jod zur Anode. Stehen hierbei die zurückgelegten Wege z. B. in dem Verhältnisse von 2 zu 3, so ergeben sich annähernd die Ueberführungen der Lösung № 2. Auf ein Aequivalent Jod, welches an der Anode frei wird, beträgt die Zuführung desselben $2 \times \frac{3}{5}$ oder 1,2 und an demselben Pole findet sich eine Vermehrung des Cadmium im Betrage von $\frac{3}{5} - \frac{2}{5}$ oder 0,2 derjenigen Quantität, welche, mit Jod aequivalent, an der Kathode frei wird».

«Die bedeutende Abhängigkeit der Ueberführungszahlen von der Concentration der Lösung erklärt sich in derselben Weise, wie bei dem Doppelsalze (JCd + JK). Mit der Zunahme des Wassers zerfallen die Doppelatome in immer wachsender Zahl in die einfachen, der Strom wird daher immer mehr von den einfachen geleitet, welche bei der starken Verdünnung allein vorhanden sind».

«Nur durch diese Deutung vermag ich den Thatschen gerecht zu werden, und stehe nicht an dieselbe auf das Verhalten sämmtlicher Salze, welche zur Magnesiagruppe gehören zu übertragen. Die Kalium-und Ammoniumsalze lieferten Ueberführungszahlen, welche fast unabhängig von der Wassermenge bleiben, so dass diese Salze, selbst in den concentrirtesten Lösungen nicht zu Doppelverbindungen zusammentreten. Für die Natrium- und Baryumverbindungen werden die gefundenen Zahlen bereits denjenigen der Magnesiagruppe ähnlicher. Ich bin jedoch weit entfernt mit dieser Auffassung die kleinen Unterschiede in den Ueberführungen erklären zu wollen, da sehr verschiedene andere Ursachen die Abänderungen, die mit der Zunahme des Lösungsmittels eintreten, bedingen können».

«*Durch diese zweite Art, wie sich die Ueberführungszahlen deuten lassen, bleibt es zunächst in vielen Fällen unentschieden, welcher Antheil auf Rechnung der verschiedenen Ge-*

schwindigkeiten kommt und wie weit sie von der Gruppirung zu complexen Atomen abhängen».

Diese zweite Deutung, welche Hittorf den Ueberführungszahlen giebt, wird man wohl auf alle diejenigen Fälle anzuwenden das Recht haben, in welchen eine deutlich ausgesprochene Abnahme der Ueberführungszahlen mit abnehmender Concentration der Lösung beobachtet wird. Denn, fasst man den galvanischen Widerstand als ein Bewegungshinderniss auf, welches die Jonen bei der Electrolyse erfahren, so bleibt es schwer deutbar, warum eine Verminderung der Concentration der Lösung die Geschwindigkeit der Jonen in verschiedenem Maasse beeinflussen sollte; vielmehr wäre man berechtigt zu erwarten, dass für beide Jonen die Reibungswiderstände in gleichem Maasse wachsen oder abnehmen müssten. Von der andern Seite ist es aber doch nicht unbegründet anzunehmen, dass in einer Lösung bei grösserem Wassergehalte weniger Complexmolekeln vorhanden sind, als bei geringerem. Analoges Verhalten zeigen ja die Lösungen von halbgesättigten oder sauren Salzen.

In einer Beziehung wird man aber die Deutung Hittorf's vielleicht noch erweitern können, indem man in Lösungen nicht nur das Bestehen von Doppelmolekeln wird annehmen dürfen, sondern auch solche von höherer Complication, wobei aber die Zahl solcher hoch complexen Molekeln immer geringer, die der einfacheren immer mehr vorwaltend wird, je mehr der Wassergehalt der Lösung wächst, bis zuletzt bei starkem Verdünnungsgrade die Complexmolekeln nur noch in verschwindend geringer Anzahl vorhanden sind. Es wäre diese Auffassung analog derjenigen für die lebendige Kraft der einzelnen Gasmolekeln.

Diese von Hittorf etwas abweichende Auffassung ist für die uns beschäftigende Frage insofern von Bedeutung, als sie zeigt, dass man bei solcher Voraussetzung auf die partiellen Wegestrecken oder die Geschwindigkeiten der Jonen gar keine Schlüsse zu ziehen berechtigt ist, es sei denn, dass die Ueberführungszahlen der Jonen vom Wassergehalte der Lösungen ganz unabhängig sind.

Dass sich in der That in Lösungen Gruppen von mehr als zwei Molekeln eines Salzes bilden können, beweisen die Versuche Hittorf's. Bei einer starken Lösung von Jodcadmium in absolutem Alcohol erhielt Hittorf für das Jod die Ueberführungszahl: 2,103 und bei einer andern Lösung in Amylalcohol sogar 2,3. Diese grossen Ueberführungszahlen lassen sich aber nur durch das Vorhandensein von Triplemolekeln in der Lösung erklären, Doppelmolekeln genügen dazu schon nicht mehr, wie Hittorf das selbst erkannt hat.

Man wird demnach unter der oben ausgesprochenen Annahme eine Lösung von Jodcadmium ansehen könen, als bestehend aus den Molekelgruppen:

$$a\,[CdJ_2] + b\,[CdJ_2]_2 + c\,[CdJ_2]_3 + d\,[CdJ_2]_4 + \ldots\ldots$$

In dieser Reihe bedeuten $a, b, c, d \ldots\ldots$ rasch abnehmende Coefficienten, und zwar um so rascher abnehmende, je verdünnter die Lösung ist, bis, bei einem hohen Grade von Verdünnung, nur noch der erste Coefficient einen bemerkbaren Werth hat.

Beim Durchgange des Stromes durch dieses Gemenge von Molekelcomplexen werden sie nach der Art zerlegt, wie Hittorf es für Doppelsalze nachgewiesen und für die höher complicirten Molekeln angenommen hat, so dass man nach der Electrolyse folgende Zersetzungsproducte hat:

$$[\alpha J_2 + \alpha Cd] + [\beta J_4 Cd + \beta Cd] + [\gamma J_6 Cd_2 + \gamma Cd] + [\delta J_8 Cd_3 + \delta Cd] + \ldots\ldots$$

Auf $(\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots\ldots)$ Molekeln Silber im Voltameter werden an der Kathode ebenso viele Molekeln Cd ausgeschieden; dieselbe Anzahl von Jodmolekeln erhält man an der Anode, ausserdem aber noch $(\beta + 2\gamma + 3\delta + \ldots)\, Cd\, J_2$.

Bei einer Annahme von Complexmolekeln im Electrolyten und einer Zersetzung derselben nach dem von Hittorf angenommenen Schema, findet demnach in der That eine Wanderung sowohl des Jods als auch des Cadmiums nach der Seite der Anode statt, und da die Lösung in den mittleren Schichten stets unverändert bleibt, so hat eine Abnahme des Cadmiums im Kathodengefässe stattgefunden, wie Hittorf's Versuche das auch wirklich zeigen.

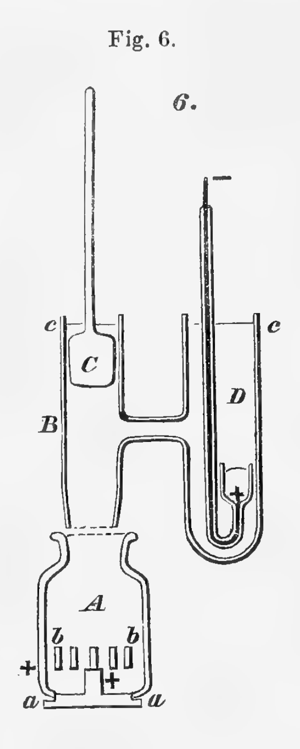
Für die Erscheinungen und die Gesetze der Widerstände von Electrolyten ist diese Auffassung und Deutung insofern von Wichtigkeit, als Jonen von der Gestalt J_2 oder J_4Cd oder $J_6Cd_2 \ldots$ bei ihrer Bewegung durch die Lösung gewiss sehr verschiedene Widerstände erleiden, und hierin liegt vielleicht mit ein Grund, warum gerade für Jodcadmiumlösungen das Leitungsvermögen einem so ganz anderen Gesetze unterworfen ist, als dem der Proportionalität zwischen Leitung und Stärke der Lösung.

17. Bei der grossen Bedeutung, welche die Erscheinung der Jonenwanderung für die Erklärung des Widerstandes in Electrolyten bieten, habe ich es nicht unterlassen wollen, den Einfluss des Alcoholgehaltes der Lösung auf die Ueberführungszahlen zu untersuchen. Die zu diesem Zwecke ausgeführten Versuche sind grösstentheils von meinem Freunde und Assistenten Herrn N. Gutkoffsky ausgeführt worden, dem ich mich für diese mühevolle Arbeit in hohem Grade zu Dank verpflichtet fühle.

Die ersten Versuche wurden mit Jodcadmium gemacht, welches für die Erscheinung der Jonenwanderung ganz besonderes Interesse in Anspruch nehmen darf.

Die Electrolyse wurde in einem Apparate ausgeführt, welcher in der nebestehenden Zeichnung № 6 in halber Grösse dargestellt ist. *A* ist eine kleine Flasche von etwa 16 cmc. Inhalt, an welcher der Boden fortgeschliffen und durch eine angekittete Messingplatte *aa* ersetzt ist, von welcher ein dicker Messingstift aufsteigt, der mit der Anode *bb* verlöthet ist. Die Anode besteht aus einem zur Spirale gewundenen Cadmiumstreifen, der bei einigen Versuche übrigens durch Magniumband ersetzt werden musste. Das zur Anode benutzte Cadmium wurde stets amalgamirt angewandt. Zur Einkittung der Messingplatte wurde Asphalt angewandt, mit dem auch die ganze innere Fläche der Messingplatte, so wie der Stift bedeckt war. Der Strom konnte demnach nur durch das Cadmium eintreten, das Jod sich nur an ihm entwickeln. Der Asphalt widerstand vortrefflich auch dem stärksten Alcohol, den ich angewendet habe. In den Hals der Flasche *A* ist das Rohr *B* sorgfältig eingerieben, welches seinerseits durch den eingeriebenen Stöpsel *C* unten geschlossen werden konnte. Beim Zusammensetzen des Apparates wurde das Rohr *B* leicht gefettet und hielt dann vollkommen dicht in der Flasche *A*. *D* ist ein zweites mit *B* verbundenes Rohr, in welches die Kathode gesenkt ist. Dieselbe besteht aus einem feinen Glasrohr mit eingeschmolzenem Platindrath, das unten umgebogen und zu einem Becher erweitert ist, in welchen einige Tropfen Quecksilber gegossen wurden. Dieses Quecksilber bildet die Kathode des Zersetzungsapparates. Der ganze Apparat wurde bis *cc* mit dem Electrolyten gefüllt und tauchte der Propfen *C* ganz in denselben ein.

Fig. 6.



Anfangs versuchte ich die Messungen mit einem Apparate zu machen, der genau so construirt war, wie Hittorf ihn beschrieben hat, konnte jedoch mit demselben keine zuverlässigen Resultate erhalten. In diesem Apparate fehlte das Gefäss *D*, der Stiel des Propfens *C* lief in einem Glasrohre, an welches eine silberne Kathode in Form eines Kegels befestigt war. An diesem Kegel sollte sich das Cadmium in einer Schichte absetzen. Ich erhielt es jedoch stets in Form von Dendriten, die rasch zu beträchtlicher Länge anwuchsen, dann niederfielen und dabei einen Theil des Electrolyten aus *B* nach *A* überführten und einen andern aus *A* nach *B* verdrängten. Eine Schutzplatte aus Thon half wenig, weil die Dendriten um dieselbe herumwuchsen und dann wiederum in das Gefäss *A* fielen. Ein Versuch den Silberkegel durch ein kleines trichterförmiges Gefäss zu ersetzen, mit Quecksilber als Kathode, gelang besser, weil sich nun Cadmiumamalgam bildete. Doch begann auch jetzt nach einiger Zeit die Dendritenbildung, und es trat der früher erwähnte Uebelstand ein. Ich war schliesslich genöthigt, dass dritte Gefäss *D* hinzuzufügen. Jetzt bildete sich bei der Electrolyse zuerst Cadmiumamalgam, dann wuchsen zwar wiederum Dendriten hervor, oder bei Anwendung von starkem Alcohol als Lösungsmittel Cadmium-

schwarz. Diese Bildungen störten aber den Versuch nicht, weil sie sich am Boden des Gefässes *D* ansammelten.

Nachdem die Electrolyse eine Weile angehalten hatte, waren in der Lösung deutlich drei verschiedene Flüssigkeitsmassen zu unterscheiden. Die erste füllte den unteren Theil des Anodengefässes *A* und reichte genau bis zur oberen Kante der Cadmiumanode. Diese Masse bestand aus der verdichteten Lösung des sich bei der Electrolyse secundär bildenden Jodcadmiums und besass eine starke Lichtbrechung. Sie war durch eine scharfe Grenzfläche von der zweiten Masse getrennt, welche vom oberen Rande der Anode bis zum unteren Rande des die Gefässe *B* und *D* verbindenden Seitenrohres reichte und von der über ihr stehenden Flüssigkeit scharf gesondert war. Diese zweite Masse bestand aus dem ungeänderten Electrolyten. Die dritte Flüssigkeitsmasse endlich füllte das ganze Kathodengefäss *D* und den oberen Theil des Gefässes *B*. Diese Masse bestand aus der durch die Electrolyse verdünnten Lösung. Eine Mengung dieser drei Flüssigkeiten habe ich in keinem Falle beobachtet, sie waren von einander nicht weniger strenge gesondert als sich Oel und Wasser trennen.

Um die Ueberführungszahlen zu finden verfuhr ich auf folgende Weise. Erst wurde das Gefäss *A* mit einem Theile der zur Untersuchung bereiteten Lösung gefüllt, das Rohr *B* eingesetzt und mit dem Propfen *C* geschlossen. Dann wurde bei geschlossenem Propfen *C* das Rohr *B* herausgenommen und der Jodgehalt der in *A* befindlichen Lösung nach der schon oben erwähnten Methode von Vollrath bestimmt, woraus sich auch die Stärke der Lösung ergab, da der Inhalt der Flasche *A* bekannt war und eine Correction wegen Abnahme der Cadmiumelectrode für jeden Versuch leicht zu berechnen war. Dann wurde der Apparat von Neuem zusammengestellt, nochmals mit der Lösung gefüllt und in einen Stromkreis gebracht, in welchem sich noch eine Tangentenboussole und zwei Silbervoltameter befanden. Der Strom wurde in der Richtung von *A* nach *D* durchgeleitet bis in jedem Voltameter etwa 4 Decigramme Silber ausgeschieden waren. Die Voltameter differirten nie um mehr als 2 Mgr., gewöhnlich betrug die Differenz nur einen Bruchtheil eines Milligrammes. Nach beendigter Electrolyse wurde der Stöpsel *C* behutsam niedergelassen und der Jodgehalt in der Flasche *A* bestimmt. Die Differenz der zwei Bestimmungen des Jodgehalts vor der Electrolyse und nach derselben ergab die volle Ueberführung des Jod, ausgedrückt in der Anzahl von Molekeln. Diese Ueberführung, dividirt durch den gleichfalls in der Anzahl von Molekeln ausgedrückten Niederschlag des Silbers im Voltameter gab dann die Ueberführungszahl des Jods zur Anode auf eine Molekel reducirten Silbers. Man wird aus dem Angeführten ersehen, dass die von mir gefundenen Ueberführungszahlen mit denen Hittorf's dem Begriffe nach nicht identisch sind, denn Hittorf bezieht seine Zahlen auf ein constantes Gewicht von Wasser, nach mir aber beziehen sich dieselben auf ein constantes Volumen der Lösung. Für schwache Lösungen führen beide Ausdrucksweisen zu denselben Zahlen, für starke aber müssen die Zahlen nicht unwesentlich differiren. Ferner muss noch erwähnt werden, dass Hittorf die Stärke der Lösung als Verhältniss des

Gewichtes des Salzes zu dem des Wassers ausdrückt, nach mir aber die Stärke der Lösung als Anzahl von Molekeln, oder, was auf dasselbe hinausläuft, als Gewicht des Salzes in einem Liter Lösung ausgedrückt wird. Da Hittorf in der Regel das specifische Gewicht der Lösung mittheilt, so können zur Vergleichung unserer Lösungen mit einander die Umrechnungen leicht ausgeführt werden; dasselbe gilt aber nicht von den Ueberführungszahlen.

Die Ueberführungszahlen für Jodcadmiumlösungen sind in der 19. Tabelle zusammengestellt, in welcher p_1 die Stärke der Lösung, v die des Alcohols bedeutet, n_1 endlich die Ueberführungszahl bedeuten.

Tabelle № 19.

№	p_1	v	n_1	p	n	Mittel n	v
1	0,9712	0	1,130	1	1,135		
2	0,9734	0	1,129	»	1,133		
3	0,9946	0	1,136	»	1,137	1,135	0
4	0,9860	6,0	1,120	»	1,121		
5	0,9935	6,0	1,126	»	1,126	1,124	6,0
6	0,9752	15,2	1,074	»	1,077		
7	0,9852	15,2	1,070	»	1,072	1,074	15,2
8	0,9855	23,3	1,077	»	1,079		
9	0,9850	23,3	1,072	»	1,074	1,076	23,3
10	0,9748	34,5	1,116	»	1,118		
11	0,9796	34,5	1,096	»	1,096		
12	0,9796	34,5	1,104	»	1,104		
13	0,9958	34,5	1,097	»	1,097		
14	0,9984	34,5	1,089	»	1,089	1,102	34,5
15	1,0053	43,7	1,155	»	1,155	1,155	43,7
16	0,9927	56,2	1,256	»	1,256		
17	0,9941	56,2	1,259	»	1,259	1,258	56,2
18	0,9920	85,1	1,460	»	1,460		
19	0,9990	85,1	1,469	»	1,469		
20	1,0060	85,1	1,471	»	1,471	1,467	85,1
21	0,9650	93,5	1,533	»	1,535		
22	0,9996	93,6	1,536	»	1,536	1,536	93,6
23	0,5096	0	1,045	$\frac{1}{2}$	1,042		
24	0,5096	0	1,048	»	1,046	1,044	0
25	0,5172	6,0	1,024	»	1,017		
26	0,5172	6,0	1,023	»	1,016	1,016	6,0
27	0,4963	15,2	1,023	»	1,025		
28	0,4900	15,2	1,020	»	1,023		
29	0,4900	15,2	1,030	»	1,033	1,027	15,2
30	0,5029	23,3	1,036	»	1,036		

№	p_1	v	n_1	p	n	Mittel n	v
31	0,5029	23,3	1,038	$\frac{1}{2}$	1,037		
32	0,5242	23,3	1,038	»	1,032	1,037	23,3
33	0,5014	43,7	1,118	»	1,118		
34	0,5027	43,7	1,118	»	1,118	1,188	43,7
35	0,5103	65,0	1,286	»	1,285	1,285	65 0
36	0,4941	75,4	1,343	»	1,343	1,343	75,4
37	0,5097	93,6	1,508	»	1,507		
38	0,4998	93,6	1,496	»	1,496	1,502	93,6
39	0,2505	0	0,929	$\frac{1}{4}$	0,929		
40	0,2505	0	0,924	»	0,924	0,926	0
41	0,2498	6,0	0,914	»	0,914		
42	0,2506	6,0	0,915	»	0,915	0,914	6,0
43	0,2510	15,2	0,924	»	0,924	0,924	15,2
44	0,2502	23,3	0,948	»	0,948		
45	0,2502	23,3	0,943	»	0,943	0,946	23,3
46	0,2490	43,7	1,047	»	1,047	1,047	43,7
47	0,2508	56,2	1,131	»	1,131	1,131	56,2
48	0,2470	75,4	1,298	»	1,299	1,299	75,4
49	0,2605	93,5	1,453	»	1,452		
50	0,2499	93,6	1,450	»	1,450	1,451	93,6
51	0,1322	0	0,812	$\frac{1}{8}$	0,805		
52	0,1262	0	0,802	»	0,811	0,808	0
53	0,1253	6,0	0,819	»	0,819	0,819	6,0
54	0,1256	15,2	0,858	»	0,858	0,858	15,2
55	0,1247	23,3	0,900	»	0,900	0,900	23,3
56	0,1257	43,7	1,001	»	1,001	1,001	43,7
57	0,1235	75,4	1,256	»	1,256	1,256	75,4
58	0,1250	93,6	1,444	»	1,444	1,444	93,6

Um die Resultate der Versuche über die Wanderung der Jonen übersichtlicher zu machen, habe ich die Ueberführungszahlen auf Lösungen von genau gleicher Anzahl der Molekeln umgerechnet, indem ich angenommen habe, dass die Ueberführungszahlen sich den Stärken der Lösungen proportional ändern. Die auf solche Weise erhaltenen Zahlen für Lösungen von 1 — $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ Molekel im Liter sind in der Tabelle 19 unter n angeführt. Wie man aus einer Vergleichung der Spalten n und n_1 sieht, sind die hierdurch eingeführten Correctionen sehr gering und beinflussen nur die letzte Decimalstelle um wenige Einheiten.

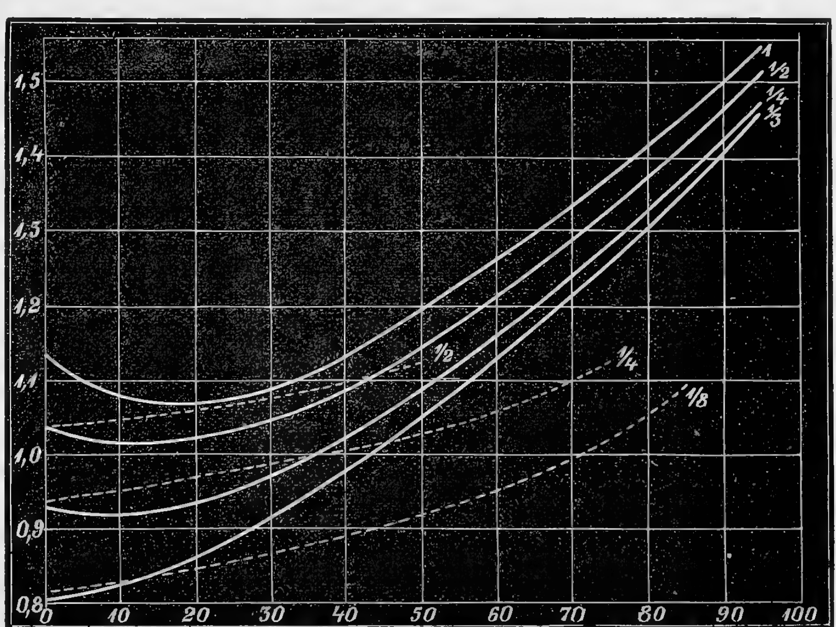
Die auf runde Anzahl von Molekeln reducirten Ueberführungszahlen habe ich dann graphisch dargestellt und aus der Zeichnung die Ueberführungszahlen für Alcohol von 5 zu 5 Procent entnommen, die in folgender Tabelle 20 zusammengestellt sind.

Tabelle № 20.

v	1 Molekel.	$\frac{1}{2}$ Molekel.	$\frac{1}{4}$ Molekel.	$\frac{1}{8}$ Molekel.
0	1,135	1,044	0,929	0,808
5	1,110	1,021	0,914	0,818
10	1,089	1,017	0,915	0,831
15	1,073	1,022	0,922	0,851
20	1,072	1,032	0,934	0,876
25	1,077	1,044	0,952	0,899
30	1,088	1,057	0,974	0,928
35	1,108	1,070	1,000	0,959
40	1,130	1,088	1,028	0,989
45	1,160	1,120	1,058	1,019
50	1,193	1,159	1,089	1,052
55	1,226	1,192	1,121	1,088
60	1,262	1,229	1,160	1,127
65	1,300	1,265	1,198	1,170
70	1,338	1,305	1,239	1,212
75	1,378	1,344	1,282	1,262
80	1,417	1,384	1,329	1,306
85	1,460	1,427	1,375	1,357
90	1,502	1,471	1,421	1,404
95	1,549	1,515	1,470	1,458

Die Zeichnung, welcher ich die Zahlen der Tabelle 20 entnommen habe, ist in Fig. 7 mitgetheilt. Wie früher ist die Stärke des Alcohols als Abscisse angenommen worden, als Ordinaten wurden die Ueberführungszahlen genonmmen. Die neben den Curven stehenden Zahlen bedeuten die Stärke der Lösungen[1]). Von den punktirten Linien wird weiter unten die Rede sein.

Fig. 7.



Die Curven dieser Zeichnung zeigen ein sehr merkwürdiges Gesetz für die Ueberführungszahlen des Jodes

1) In der Zeichnung ist statt $^1/_3$, $^1/_8$ zu lesen.

in ihrer Abhängigkeit vom Alcoholgehalte der Lösungen. Aus den drei ersten Curven sieht man, dass in schwach alcoholischen Lösungen die Ueberführungszahlen kleiner sind als in wässrigen Lösungen und in solchen von stärkerem Alcoholgehalte. Und zwar tritt ein solches Minimum um so schärfer hervor und rückt um so weiter zum stärkeren Alcohol, je concentrirter die Lösung ist. Am deutlichsten sieht man das Minimum in der Lösung von 1 Molekel, wo es in Alcohol von 20 Procent auftritt. Für die 2te Lösung von $\frac{1}{2}$ Molekel ist das Minimum weniger hervortretend und erscheint bei einem Alcoholgehalte von circa 12 Procent. Auch die dritte Lösung von $\frac{1}{4}$ Molekel zeigt noch immer das Minimum, aber nun schon bei einer Stärke des Alcohols von etwa 8 Procent; die schwächste Lösung von $1/_8$ Molekel zeigt schon kein Minimum mehr. Es folgt demnach aus diesen Betrachtungen, dass:

5. *In alcoholischen Lösungen von Jodcadmium mit zunehmendem Alcoholgehalte die Ueberführungszahlen anfangs abnehmen um später zu wachsen,*

ferner

6. *Dass eine Abnahme der Ueberführungszahlen um so entschiedener hervortritt, je reicher die Jodcadmiumlösung an Salz ist,*

und endlich

7. *Dass das Minimum der Ueberführungszahl des Jods aus einer Jodcadmiumlösung bei um so stärkerem Alcoholgehalte eintritt, je stärker die Lösung ist.*

Eine Deutung dieser Erscheinung bin ich nicht im Stande zu geben, dass sie nicht fehlerhaften Beobachtungen zuzuschreiben ist, dafür spricht schon die Gesetzmässigkeit der Erscheinung selbst.

Eine fernere Eigenthümlichkeit der Curven besteht darin, dass sie, in schwach alcoholischen Lösungen sehr weit auseinander stehend, mit zunehmendem Alcoholgehalte einander rasch nähern, so dass:

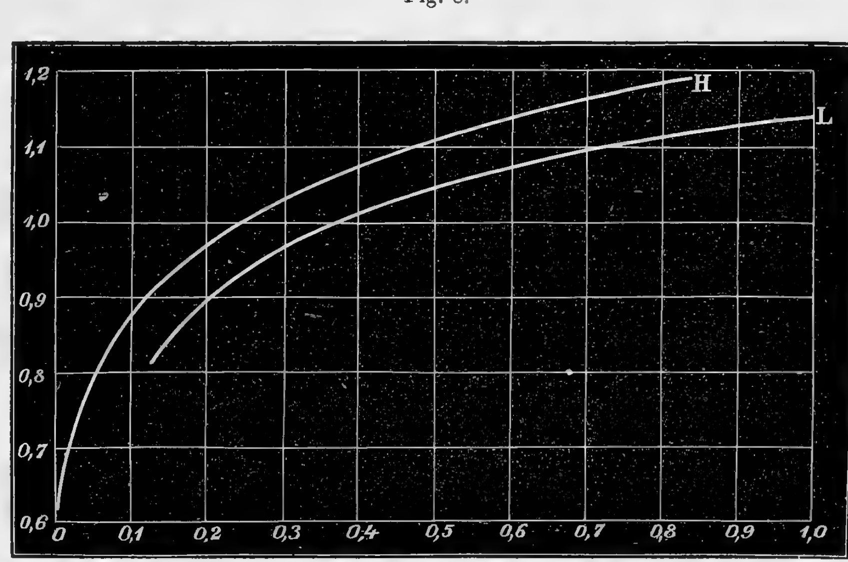
8. *Der Einfluss der Stärke einer Jodcadmiumlösung auf die Ueberführungszahl des Jods zur Anode um so geringer wird, je stärker der zur Lösung des Salzes verwendete Alcohol derselben ist.*

Es lassen sich zwei Gründe denken, welche eine Zunahme der Ueberführungszahlen des Jods mit zunehmendem Alcoholgehalte der Lösungen bedingen. Einmal kann diese Zunahme daher rühren, dass Jodcadmium, in absolutem, wasserfreiem Alcohol gelöst, eine sehr grosse Ueberführungszahl für das Jod zur Anode giebt, oder, nach Hittorf's Auffassung, dass in einer solchen Lösung sehr viele Complexmolekeln von Jodcadmium vorhanden sind, die nach dem oben vorausgeschickten Schema electrolysirt werden. Dann aber könnte die Zunahme der Ueberführungszahl auch dadurch erklärt werden, dass in starkem Alcohol wenig Wasser enthalten ist, und die Lösung daher als eine concentrirte wässrige betrachtet werden kann. Denn sowohl nach Hittorf's, wie auch nach meinen Untersuchungen, wachsen die Ueberführungszahlen in wässrigen Lösungen des Jodcadmiums mit der Stärke der Concentration. Ob der letzte Grund genügt den Zuwachs der Ueber-

führungszahlen, wie ihn die vorliegenden Versuche zeigen, zu erklären, und ob man ausserdem noch genöthigt ist, den ersteren zur Hülfe zu ziehen, kann aus den besprochenen Versuchen entschieden werden. Es ist zu diesem Zwecke erforderlich die gesetzmässige Beziehung zwischen Ueberführungszahl und Concentration der Lösung zu finden. Die vier Messungen an wässrigen Lösungen von 1 — $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{8}$ Molekel Jodcadmium auf einen Liter Lösung erlauben die in Zeichnung 8 unter L angegebene Curve für diese Gesetzmässigkeit zu construiren, in welcher die Abscissen der Stärke der Lösung entsprechen, die Ordinaten die Ueberführungszahlen ausdrücken. Die in der Zeichnung 8 mit L bezeichnete Curve drückt demnach die einer jeden Concentration einer Lösung von Jodcadmium in Wasser in der Stärke von $\frac{1}{8}$ bis 1 Molekel entsprechende Ueberführungszahl des Jods zur Anode aus.

Bestimmt man ferner aus der Stärke des Alcoholgehaltes die in demselben enthaltene Wassermenge und berechnet man die Stärke der wässrigen Lösung von Jodcadmium unter der Voraussetzung, dass das Salz nur vom Wasser gelöst sei, so kann man aus der Curve L in Zeichnung 8 die entsprechenden Ueberführungszahlen finden. Es hat kein Interesse diese Zahlen mitzutheilen, und man kann sich mit einer graphischen Darstellung derselben begnügen, die ich in Fig 7 in Form punctirter Linien gegeben habe. Dem durch diese Linien dargestellten Gesetze müssten die Ueberführungszahlen folgen, wenn sie nur durch das Wasser des Lösungsmittels bedingt würden und nicht auch vom Alcoholgehalte abhingen. Die punctirten Curven zeigen aber einen ganz andern Verlauf als er wirklich beobachtet wurde. Es folgt demnach aus diesen Betrachtungen:

Fig. 8.



9. Dass die Zunahme der Ueberführungszahlen des Jods in alcoholischen Lösungen von Jodcadmium nicht nur dadurch bedingt wird, dass in alcoholischen Lösungen weniger Wasser enthalten ist, sondern dass auch der Alcohol selbst von directem Einflusse auf die Ueberführungszahl ist.

In Fig. 8 habe ich ausser der Curve L noch eine zweite H construirt, welche die

Ueberführungszahlen nach Hittorf's Beobachtungen ausdrückt. Wie man sieht, fallen die beiden Curven H und L nicht zusammen, zeigen aber doch einen ganz ähnlichen Verlauf. Den Grund, warum Hittorf's Resultate mit den meinigen nicht übereinstimmen, habe ich schon oben besprochen.

18. Ausser für das Jodcadmium habe ich die Ueberführungszahlen noch für einige andere Salze untersucht und wählte zuerst Lösungen von Jodkalium, deren Ueberführungszahlen schon von Hittorf[1]) bestimmt sind. Für wässrige Lösungen verschiedener Stärke fand er folgende Ueberführungszahlen des Jods zur Anode:

Stärke 1,004 Molekeln,	Ueberführung 0,512
0,703	0,511
0,353	0,511
0,017	0,492

Obgleich die letzte Zahl für die Ueberführung des Jods nicht unbeträchtlich kleiner ist, als die drei vorhergehenden, so wird man doch annehmen können, dass die Ueberführungszahl von der Stärke der Lösung unabhängig ist. Ich glaube nämlich, dass die letzte Zahl einer fehlerhaften Beobachtung zugeschrieben werden kann, denn für das Bromsalz des Kaliums in schwächster Lösung fand Hittorf in zwei Versuchen die Zahlen 0,493 und 0,534, also noch viel grössere Differenzen als in der oben angeführten Reihe. Ferner hat Hittorf constatirt, dass für Chlorkalium die Grösse der Ueberführungszahl von der Stärke der Lösung unabhäng ist. Man ist berechtigt für Jodkalium dieselbe Unabhängigkeit anzunehmen. Ausserdem lässt sich erwarten, das die Ueberführungszahl des Jodes in Jodkaliumlösung von der Stärke des Alcohols unabhängig ist, denn wir wissen, dass Jodkalium in absolutem Alcohol unlöslich ist, in wässrigem aber sich in Mengen löst, welche dem Wassergehalte des Alcohols proportional sind, dass also der Alcohol gegen dieses Salz sich ganz indifferent erweist.

Um diese Erwartung zu prüfen habe ich die Jodüberführung in Lösungen von Jodkalium gemessen und habe dabei denselben Apparat Fig. 6 angewandt, der auch für die Untersuchungen des Jodcadmiums gedient hatte, wobei es sich jedoch als nothwendig hinstellte, den Apparat etwas zu modificiren. Wendet man nämlich bei der Electrolyse eine Kathode von Cadmium an, oder auch, wie ich es gethan, eine kleine von Quecksilber, so entwickelt sich an ihr eine reiche Menge von Wasserstoff, indem sich zugleich im Kathodengefäss eine entsprechende Menge Aetzkali bildet, wodurch die Reinheit der Versuche getrübt wird. Bei Anwendung schwächerer Ströme und einer grösseren Menge von Quecksilber als Kathode gelang es die Wasserstoffentwicklung ganz zu unterdrücken; bei der Electrolyse bildete sich also in diesem Falle metallisches Kalium, welches sich mit Quecksilber zu Amalgam vereinigte und während der Wirkung des Stromes keine merkliche

1) Hittorf. Pogg. Annal. XCVIII. 29.

Wasserzersetzung hervorbrachte. Nach dieser Erfahrung modificirte ich den Apparat dergestalt, dass ich an das Rohr *D* eine beträchtliche Menge Quecksilber brachte, in welches ein bis auf die äusserste Spitze in ein Glasrohr geschmolzener Platindraht reichte. Nach der Electrolyse zeigte das Gefäss *A* nicht die geringste Spur alcalischer Reaction und auch in den anderen Gefässen war eine solche kaum merklich.

Vom Jodkalium habe ich nur zwei Proben auf die Ueberführung des Jod unsersucht. Beide Proben waren von der Stärke $^1/_4$ Molekel, die erste bestand aus einer wässrigen Lösung des Salzes, die zweite aus einer solchen in Alcohol von 75,5 Procent Stärke. Hierbei fand ich folgende Ueberführungszahlen:

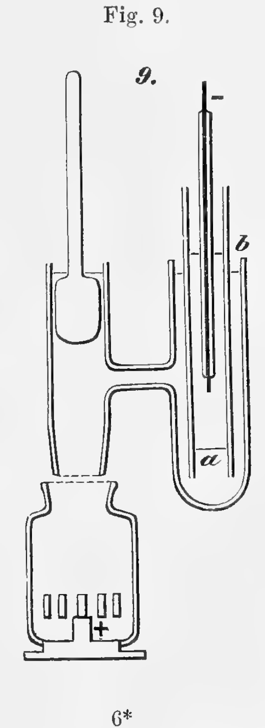
für die wässrige Lösung	0,520
für die alcoholische Lösung	0,514

Diese zwei Zahlen weichen von einander so wenig ab, dass man berechtigt ist sie für identisch zu halten, wodurch man zu dem Schlusse gelangt, dass:

10. Die Ueberführungszahlen des Jods in Lösungen von Jodkalium weder von der Stärke der Lösung noch von der des Alcohols abhängen.

19. Es war interessant auch die Ueberführung der Chromsäure bei der Electrolyse des chromsauren Kalis (gelbes Salz) zu untersuchen, da sich auch gegen dieses Salz der Alcohol indifferent verhält. Um die Chromsäurewanderung zu messen, musste jedoch der in Zeichnung 6 dargestellte Apparat wiederum in etwas modificirt werden, so dass er die in Fig. 9 dargestellte Form annahm. Die Anode bestand aus einem zur flachen Spirale gewundenen Magnesiumbande, wie solche zu den Magnesiumlampen benutzt werden, und welches wegen der leichten Löslichkeit des chromsauren Salzes der Magnesia gewählt wurde. Die an der Anode auftretende Chromsäure verband sich mit dem Metalle zu chromsaurem Salze, und nur im Anfange des Versuches zeigte sich eine ganz schwache Blasenbildung, die wohl dadurch erklärt wird, dass in dem Metalle der Anode sich ein wenig Oxyd befand; die Blasenbildung hörte jedoch bald auf und in der Lösung war keine Spur einer Trübung zu bemerken. In das Kathodengefäss tauchte eine breite beiderseits offene Glasröhre, in welche eine Lösung von doppelt kohlensaurem Kali über die unten sich befindende Lösung von gelbem chromsaurem Salze gebracht wurde. Um die Lösungen gesondert zu halten verfuhr ich auf folgende Weise. In das Rohr wurde die nöthige Menge des kohlensauren Salzes gebracht, dann das obere Ende des Rohres geschlossen und dasselbe mit dem unten offenen Ende in das Kathodengefäss in die Lösung des chromsauren Salzes gestellt. Beim

Fig. 9.



Oeffnen des oberen Endes der Röhre trieb das chromsaure Salz das kohlensaure in die Höhe, so dass schliesslich das chromsaure bei *a*, das kohlensaure bei *b* stand. Selbstverständlich muss die Lösung des kohlensauren Salzes spezifisch leichter sein, als die des chromsauren. Als Kathode diente ein bis auf die Spitze in ein Glasröhrchen geschmolzener Platindraht, der nicht bis zum chromsauren Salze hinabreichte. Die Lösung kohlensauren Kalis ist in Bezug auf die Lösung des chromsauren Salzes als Kathode zu betrachten. Das sich an der Grenzfläche der Lösungen aus dem chromsauren Kali entwickelnde Metall verbindet sich mit der aus dem kohlensauren Salze frei werdenden Kohlensäure zu neutralem kohlensauren Salz, die Chromsäure geht zur Anode. In der Kathode von doppelt kohlensaurem Kali tritt das Metall am Platindraht auf, zersetzt das Wasser, oxydirt und verbindet sich mit dem zweiten Aequivalent Kohlensäure zu neutralem Salze. Wasserstoff entwickelt sich in reicher Menge, doch nur innerhalb des Rohres, und stört daher den Versuch nicht.

Um die Ueberführungszahl der Chromsäure zu bestimmen, wurde die Menge Chromsäure im Anodengefässe vor und nach der Electrolyse gemessen, zugleich mit dem Gewicht des in zwei Silbervoltametern reducirten Silbers. Zur Bestimmung des Gehaltes von Chromsäure wurde salpetersaurer Baryt angewandt; der sich bildende Niederschlag von chromsaurem Baryt wurde stark gewaschen, getrocknet und mit dem Filtrum verbrannt.

Es wurden die Ueberführungszahlen für Lösungen von zwei verschiedenen Concentrationsgraden untersucht, von jedem eine Lösung in Wasser, die andere in Spiritus von 26,3 Procent Stärke.

Die Versuche ergaben folgende Ueberführungszahlen für die Chromsäure:

Lösung	von	$1/2$	Molekel	in	Wasser	Ueberführung	0,51
»	»	$1/2$	»	»	Spiritus von 26,3%	»	0,46
»	»	$1/4$	»	»	Wasser	»	0,47
»	»	$1/4$	»	»	Spiritus von 26,3%	»	0,49
						Im Mittel	0,48

Alle vier Ueberlieferungszahlen weichen von einander so wenig ab, dass man sie für identisch halten und die Differenzen Beobachtungsfehlern zuschreiben kann. Ich gelange daher zu dem Schlusse:

11. Die Ueberführungszahlen für Chromsäure in Lösungen von chromsaurem Kali hängen weder von der Stärke der Lösung noch von der des Alcohols ab.

In dieser Beziehung zeigt also das chromsaure Salz dasselbe Verhalten wie das Jodat von Kalium.

III. Diffusionsversuche.

20. Für die Lehre vom galvanischen Widerstande der Lösungen ist es von dem grössten Interesse Beziehungen zwischen ihm und anderen Eigenschaften der Electrolyte aufzudecken. Da wir es bei der Electrolyse mit einer Bewegung der Jonen in der Lösung zu thun haben, so werden wir uns in erster Linie nach solchen Erscheinungen umzusehen haben, welche durch eine ähnliche Bewegung der Jonen bedingt werden. Hierher gehören die mechanischen Widerstände, welche die Jonen bei ihrer Bewegung in der Lösung zu überwinden haben, also die Reibungswiderstände derselben. Dass ein Zusammenhang zwischen mechanischem und galvanischem Widerstande bestehen müsse, und auch in der That besteht, ist bereits vor 25 Jahren von G. Wiedemann ausgesprochen worden. In einer von den hierauf bezüglichen Arbeiten [1]) macht er darauf aufmerksam, dass man, um diesen Zusammenhang nachzuweisen, weder die Reibung der Flüssigkeiten, welche sie z. B. beim Durchströmen durch eine poröse Thonwand zu überwinden haben, mit dem galvanischen Widerstande vergleichen dürfe, noch den Widerstand der inneren Reibung eines Theilchens der Flüssigkeit gegen die übrigen benachbarten, durch welche die Viscosität der Flüssigkeit bedingt wird, sondern diejenige Reibung, welche zwischen den sich bewegenden Molekeln und der Lösung besteht und die ich im Folgenden als moleculare Reibung bezeichnen will. Nur weil die Gesetze der letzteren vollkommen unbekannt sind, wählt G. Wiedemann zum Vergleiche die innere Reibung, indem er dieselbe der moleculären am nächsten analog hält; daher haben die auf die Frage dieses Zusammenhanges bezüglichen Untersuchungen Wiedemann zum Vergleiche der Zähflüssigkeit mit dem galvanischen Widerstande geführt, und beide Erscheinungen haben sich in vielen Fällen als analog erwiesen.

Längere Zeit wurde die Frage nach diesem Zusammenhange nicht weiter verfolgt, und erst in neuerer Zeit wurde sie, veranlasst durch Kohlrausch's schöne Widerstandsmessungen, von Grotrian [2]) wiederum aufgenommen. Durch eine Reihe von Versuchen an Salzlösungen zeigte er, dass die Zähflüssigkeit einer Lösung und der galvanische Widerstand derselben sowohl mit der Temperatur als auch mit dem Salzgehalte der Lösung in nahezu gleichem Verhältnisse sich ändern. Doch verkennt auch Grotrian nicht, dass der Widerstand, den die Jonen zu überwinden haben, nicht identisch ist mit dem inneren Reibungswiderstande der Flüssigkeiten, dass demnach zwischen den Resultaten seiner und Kohlrausch's Versuche eben nur eine Analogie zu erwarten sei.

Einen weiteren Fortschritt in dieser Frage bietet die bedeutende Arbeit von F. Kohl-

---

1) G. Wiedemann. 1858 Pg. Ann. B. CIV, pg. 169.
2) Grotrian. 1875. Pog. Ann. CLVII 150 und 237. 1877 Pog. Ann. CLX, 238.

rausch[1]), in welcher der Satz von der unabhängigen Wanderung der Jonen bewiesen wird, d. h. der Satz, dass der electrische Widerstand einer Lösung lediglich von den sich bildenden Jonen und den Geschwindigkeiten, mit welchen sie die Electrolyten durchströmen bedingt wird, und nicht etwa durch die in der Lösung befindlichen Salze. Unabhängig von Kohlrausch bin auch ich etwas später zu derselben Schlussfolgerung gelangt[2]).

In allen besprochenen Untersuchungen ist zum Vergleich mit dem galvanischen Widerstande stets der innere Reibungswiderstand der Lösungen hinzugezogen worden, weil keine Messungen für den molecularen zur Verfügung standen. Wohl giebt es auch einige wenige Messungen des äusseren Reibungswiderstandes zwischen Flüssigkeit und Gefässwand, wie z. B. die Arbeit von Helmholz und Pietrowsky[3]), doch eignen sich solche kaum zu einem Vergleiche mit dem galvanischen Widerstande, nicht nur weil sie zu wenig genau sind, sondern weil man kaum berechtigt sein kann zu erwarten, dass eine Gesetzmässigkeit, welche für die Gleitung der Flüssigkeit an Gefässwänden sich finden sollte, auch auf den reciproken Werth der molecularen Reibung sich ausdehnen lassen sollte.

Von einer Art von Erscheinungen lässt sich jedoch erwarten, dass sie mit der molecularen Reibung in der innigsten Beziehung stehen müsste, da sie gleichfalls durch moleculare Bewegung der Salztheilchen in der Lösung bedingt wird. Es ist dies die Erscheinung der Diffusion eines Salzes in das Lösungsmittel. Eine Beziehung zwischen diesen zwei Erscheinungen lässt sich nun auch in der That constatiren. So ist, wie Long darauf aufmerksam macht, der Einfluss der Temperatur und der Concentration einer Lösung derselbe sowohl auf die Diffusionsgeschwindigkeit als auch auf das galvanische Leitungsvermögen der Flüssigkeit. Wenn man in der Lösung eines Salzes, z. B. K_2J_2, die Molekeln K und J fest an einander geheftet denkt, so müsste man erwarten, dass die Diffusionsgeschwindigkeit in Beziehung stehe zur Geschwindigkeit, mit welcher sich das Salz in der Lösung bewegt, und es liesse sich wiederum keine strenge Beziehung zwischen Diffusionsgeschwindigkeit und galvanischem Leitungsvermögen erwarten. Nun aber hat Long gezeigt[4]), dass die Diffusionsgeschwindigkeit eines Salzes proportional ist der Summe der Geschwindigkeiten, mit welchen die Bestandtheile des Salzes sich bei der Electrolyse bewegen. Demnach scheint es, dass die von Kohlrausch nachgewiesene unabhängige Beweglichkeit der Jonen für eine Lösung in gleichem Maasse gültig ist, ob durch dieselbe ein Strom hindurchfliesst oder nicht. Es würde hieraus folgen, dass der Strom die Geschwindigkeit beider Jonen in gleichem Maasse beeinflusst, oder aber gar keinen Einfluss auf diese Geschwindigkeiten ausübt und nur ihre Richtung ändert, indem er die Jonen veranlasst, vorwiegend nach entgegengesetzten und dem Strome parallelen Richtungen sich zu bewegen. Diese Auffassung würde in Uebereinstimmung sein mit der Ansicht über die Constitution von Lösungen,

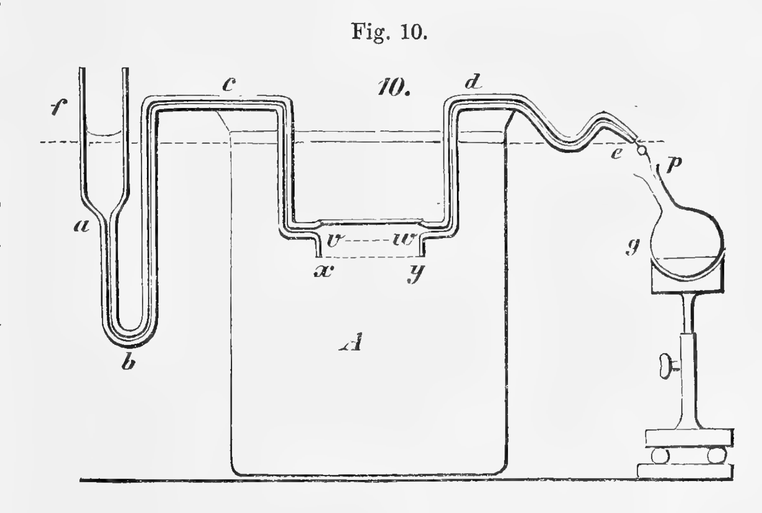
---

1) F. Kohlrausch 1879. Wiedm. Ann. VI, 1 und 145.
2) R. Lenz 1876. Bulletin de l'Académie de sciences de St.-Pétersbourg. X, 299.
3) Helmholz und Pietrowsky 1860. Wiener Sitzungsberichte Bd. 40, pg. 607.
4) Long 1880. Wiedem. Ann. IX, pg. 638.

welche Clausius[1]), veranlasst durch das Fehlen einer Schwelle für den Strom bei der Electrolyse, ausgesprochen hat.

21. Es war daher für mich von grossem Interesse festzustellen, ob die Diffusionsgeschwindigkeiten eines in Wasser und in Alcóhol von verschiedener Stärke gelösten Salzes in derselben Beziehung zu einander stehen, wie die electrischen Leitungsfähigkeiten derselben Lösungen. Zu diesem Zwecke habe ich die Diffusionsgeschwindigkeiten von Jodkalium, chromsaurem Kali, Jodnatrium und Jodcadmium in Wasser und in Alcohol von verschiedener Stärke bestimmt. Ich benutzte zu diesen Versuchen die von O. Meyer vorgeschlagene, von Long beschriebene und zuerst in Anwendung gebrachte Methode, wobeiich indessen genöthigt war die Dimensionen des von Long benutzten Apparates zu ändern. Der Apparat, den ich zu den Diffusionsversuchen angewendet habe, ist in nebenstehender Figur № 10 abgebildet.

Fig. 10.



Er besteht aus dem Becherglase *A* mit zwei sich gegenüber stehenden Ausflussnasen und fasst circa 500 Ccm. Flüssigkeit. In das Glas taucht das mehrfach gekrümmte Rohr *f a b c d e* und stützt sich dabei auf die Ausflussnasen, in welchen es mit Klebwachs leicht befestigt wird. An dieses Rohr ist unter rechtem Winkel ein zweites breites und kurzes Rohrstück *x y* angeschmolzen, welches oben zugeblasen, unten offen ist und so ein flaches, mit dem Boden nach oben gekehrtes Cylindergefäss bildet, dessen unterer Rand eben geschliffen ist. Bei *f* trägt das Rohr eine Erweiterung, bei *e* hingegen ist das Rohrende verjüngt und in die Oeffnung ein dünner doppelt zusammen gewundener, sich zu einer Oese erweiternder, Platindraht gesteckt, der durch seine Federkraft in der Oeffnung festhält und dessen zweites Ende nach unten gebogen ist. Durch Anwendung dieses kleinen Drahtes ist es mir gelungen, das capillare Zurückziehen der aus *e* tropfenden Flüssigkeit vollständig zu beseitigen und das Abfliessen derselben mit solcher Regelmässigkeit z' erhalten, wie ich es ohne Anwendung des Drahtes niemals beobachten konnte.

Um einen Diffusionsversuch anzustellen, wird das Gefäss *A* mit derjenigen Lösung gefüllt, aus welcher das Salz diffundiren soll. Zu Anfang des Versuches wird das Niveau der Lösung etwas höher gestellt als die Ausflussöffnung *e* und darauf durch Saugen bei *f*

1) Clausius 1857. Pogg. Ann. CI, pg. 350.

und e das ganze Rohr mit der Lösung gefüllt, wobei besondere Vorsicht angewendet wird, dass weder im Rohre noch im Diffusionsgefässe xy Luftbläschen restiren. Die Lösung fliesst nun bei e so lange aus, bis durch Senkung des Niveaus in A der Ueberdruck aufhört. Alsdann wird der Apparat so unter das Ausflussrohr einer Mariotte'schen Flasche gestellt, dass die aus demselben ausfliessende Flüssigkeit in die Erweiterung f tropft. Nach wenigen Tropfen schon beginnt wiederum ein Abfliessen der Lösung aus e. Selbstverständlich müssen die Dimensionen des Rohres $abcde$ und die Ausflussgeschwindigkeit aus der Mariotte'schen Flasche so gewählt sein, dass die zufliessende Flüssigkeit auch wirklich aus der Ausflussröhre strömen kann und nicht etwa gezwungen ist sich einen Ausgang durch die Oeffnung xy zu wählen. Ob letzteres in der That eintritt, davon kann man sich leicht durch die Schlieren überzeugen, die am Rande bei xy bemerkbar werden und durch die hier emporsteigende leichtere Flüssigkeit entstehen.

Die Mariotte'schen Flaschen wurden mit derselben Flüssigkeit gefüllt, welche als Lösungsmittel für das im Becherglase A befindliche Salz gedient hatte; bei Versuchen mit wässrigen Lösungen enthielt die Mariotte'sche Flasche reines Wasser, bei Lösungen in Alcohol z. B. von 72,8 Procent, eben solchen Alcohol. Es wurden also die Diffusionen aus einer Salzlösung in das reine Lösungsmittel beobachtet. Sobald der Zustrom aus dem Mariotte'schen Gefässe beginnt, verdrängt die nach f tropfende Flüssigkeit die Lösung aus dem Rohre $abcde$ und dem oberen Theile des Gefässes xy, und die aus e tropfende Lösung ist an Salz eben so reich wie die im Glase A; bald aber nimmt der Salzgehalt der austretenden Lösung ab und es tritt ein Gleichgewichtszustand ein, bei welchem mechanisch keine Salztheilchen mehr fortgerissen werden, sondern nur solche, welche in die zuströmende Flüssigkeit diffundiren. Die Zeit, welche zur Erreichung des Gleichgewichtszustandes erforderlich ist, erweist sich für Lösungen verschiedener Stärke und verschiedener Diffusionsgeschwindigkeiten verschieden, beträgt jedoch selten weniger als zwei Tage. Ist der Gleichgewichtszustand eingetreten, dann entweichen aus e offenbar eben so vielSalztheilchen, wie viele durch den Querschnitt vw in die zuströmende Flüssigkeit im Diffusionsgefässe eintreten. Die Diffusionsgeschwindigkeit wird dann gemessen durch den Salzgehalt der in der Zeiteinheit, etwa 1 Stunde, aus e ausgetretenen Flüssigkeit.

Die aus e austropfende Lösung wurde in einem Kolbenfläschchen g aufgefangen, wobei die Zeit an einem guten Chronometer abgelesen wurde. Die Salzmenge in g wurde bestimmt: für das chromsaure Salz durch Fällung mit Bariumchlorid, für die Jodverbindungen durch Titrirung nach Vollrath's Methode. Als Titrirflüssigkeit diente eine $^1/_{50}$ Normallösung $AgNO_3$ oder $\frac{1}{100}$ $Ag_2 2(NO_3)$. Die Diffusionsgeschwindigkeiten sind durchgängig ausgedrückt im Volumen Silberlösung, welches zur Fällung des Jods erforderlich war; die Messungen des chromsauren Kalis sind auf dasselbe Maass umgerechnet worden.

22. Durch vorläufige Versuche war festgestellt worden, dass eine Aenderung der Ausflussgeschwindigkeiten aus dem Mariotte'schen Rohre auf die Diffusionsgeschwindigkeit ohne bemerklichen Einfluss war, wenn die erstere in den Grenzen von 30 — 70 Ccm.

stündlich variirte, wie das auch schon von Long festgestellt worden ist. Vielleicht bleibt die Diffusionsgeschwindigkeit auch noch in weiteren Grenzen constant, doch bot die Untersuchung dieser Frage kein Interesse, da es durchaus keine Schwierigkeit hatte, die Ausflussgeschwindigkeit innerhalb dieser Grenzen zu reguliren. In der That schwanken bei den Versuchen alle Ausflussgeschwindigkeiten zwischen 36 und 41 Cmc. stündlich. Um zu zeigen wie ganz unmerklich der Einfluss ist, den die Ausflussgeschwindigkeit auf die Diffusion ausübt, will ich hier aus der Zahl der Voruntersuchungen nur eine Reihe anführen, die sich auf eine Lösung von $\frac{1}{4}H_2Cl_2$ in Wasser bezieht und einen Zeitraum von beinahe 8 Tagen umfasst. Ich erhielt für diese Lösungen folgende Zahlen:

Tabelle № 21.

h	*v*	*d*	*h*	*v*	*d*
25,9	34,0	20,35	116,7	70,4	19,93
47,8	34,0	19,75	117,7	70,4	19,98
48,8	34,0	20,05	140,4	50,0	19,72
49,8	34,0	20,18	141,4	50,0	19,92
68,6	56,3	20,24	164,5	30,0	19,76
69,6	56,3	20,11	165,5	30,0	19,88
70,6	56,3	20,37	166,5	30,0	20,18
92,1	56,3	20,41	187,7	49,1	19,92
93,1	56,3	20,02	188,7	49,1	20,11
94,1	56,3	20,22	189,7	49,1	20,07

In dieser Tabelle bedeutet *h* die Zeit, welche seit Aufstellung der Apparate verflossen ist, ausgedrückt in Stunden, *v* die Ausflussgeschwindigkeit stündlich in Ccm., bestimmt aus einer Ausflusszeit von 1 bis 23 Stunden, *d* endlich die Diffusionsgeschwindigkeit in Volumen von $\frac{1}{100}$ Normallösung $Ag_2 2 NO_3$. Es wurde zwar *d* durch Titrirung mit Ammoniaklösung bestimmt, aber auf die erwähnte Silberlösung umgerechnet.

Vereinigt man die der Zeit nach dicht bei einander liegenden Beobachtungen zu Mittelwerthen, so erhält man folgende Zahlen:

h	*v*	*d*	*h*	*v*	*d*
25,9	34,0	20,35	117,2	70,4	19,96
48,8	34,0	19,99	140,9	50,0	19,82
69,6	56,3	20,24	165,5	30,0	19,94
93,1	56,3	20,22	188,7	49,1	20,03

Stellt man die Diffusionsgeschwindigkeiten nach steigender Ausflussgeschwindigweit zusammen, indem man jedoch die erste Beobachtung fortlässt, weil bei ihr der stationäre Zustand noch nicht erreicht ist, so erhält man folgende Tabelle:

v =	30	34	49,1	50,0	56,3	70,4	Mitte
d =	19,94	19,99	20,03	19,82	20,23	19,96	19,99

Die grösste Abweichung der einzelnen d vom Mittel beträgt 0,24, nicht mehr als die Abweichungen der einzelnen Beobachtungen bei gleicher Geschwindigkeit, wie dies aus der ersten Tafel der vollständigen Reihe zu ersehen ist.

Aus der zweiten der angeführten Tafeln sieht man den Verlauf der Diffusionsgeschwindigkeiten d in ihrer Abhängigkeit von der Zeit h. 25,9 Stunden nach Aufstellung der Apparate ist der stationäre Zustand noch nicht ganz erreicht, nach 48,8 Stunden ist das aber schon geschehen, und die Diffusionsgeschwindigkeit bleibt auch nach 188,7 Stunden noch dieselbe. Der directe Versuch zeigt übrigens für d keine Constanz, sondern eine stetige kleine Abnahme, und erst nachdem an d zwei Correctionen angebracht worden, von denen weiter die Rede sein wird, werden die Werthe von d constant.

Die in obigen Tabellen angeführten Diffusionsgeschwindigkeiten von nahezu 20 Cmc. stündlich sind fast die grössten, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, und nur einmal wurde eine noch grössere Diffusionsgeschwindigkeit gemessen, bis 25 Cmc. Von der andern Seite aber war zu erwarten, und hat sich auch in der That bestätigt, dass diese Geschwindigkeiten bis unter 1 Cmc. sinken würden. Daher war ich genöthigt meinen Apparat gegen den von Long benutzten in den Dimensionen derart zu ändern, dass die Diffusion beträchtlich grösser würde; denn wären die Dimensionen von Long's Apparat beibehalten worden, so hätte ich Diffusionen von $\frac{1}{100}$ Ccm. messen müssen. Eine verstärkte Diffusion hätte auf doppelte Weise erzielt werden können: einmal durch Verminderung der Höhe des Diffusionsgefässes xy, dann auch durch Erweiterung des Querschnitts desselben. Eine Verminderung der Höhe schien mir indessen nicht rathsam, da alsdann, bei der geringen Höhe, die geringsten Schwankungen in der Lage der Grenzschichte, in welcher der Vorgang der Diffusion stattfindet, und deren Schwankungen ganz zu vermeiden unmöglich ist, die Diffusionsgeschwindigkeit sehr beträchtlich sich ändern muss. Ich habe daher vorgezogen den Querschnitt des Diffusionsgefässes sehr beträchtlich zu vergrössern. Der von mir benutzte Apparat hatte folgende Dimensionen, denen die des Long'schen Apparates, in Klammern, nebenbei gestellt sind. Das Rohr $abcde$ hatte einen inneren Durchmesser von etwa $2\frac{1}{2}$ (1,5) Mm., und war bei e zu einer Ausflussöffnung von etwa $1\frac{3}{4}$ (1) Mm. verjüngt, während die Erweiterung f etwa 8 Mm. betrug; der innere Durchmesser des Diffusionsgefässes betrug $39\frac{1}{2}$ (14,5) Mm. bei einer Höhe vom Rande x bis zum Boden von 17 Mm. (nahezu ebenso viel). Eine Trennungsschicht vw zwischen der Lösung und der über sie fortstreichenden Flüssigkeit liess sich nicht beobachten, weil es keine scharfe Grenze zwischen ihnen giebt; nur im Anfange des Versuches konnte man eine solche wahrnehmen. Die Mariotte'sche Flasche fasste circa 12 Liter und reichte, bei einer Ausflussgeschwindigkeit von 40 Cmc. stündlich, auf 300 Stunden, was mehr als genügend für eine Beobachtungsreihe ist. Das Gefäss A enthielt etwa 500 Cmc. Lösung, gegen 240 bei Long.

Solcher Gefässe wurden 4 von ganz ähnlichen Dimensionen angewendet. Um diese vier Apparate unter einander streng vergleichbar zu machen, wurde in allen 4 die Diffu-

sionsgeschwindigkeit von $\frac{1}{4}H_2Cl_2$ bestimmt und die Correction jedes einzelnen Apparates gegen das Mittel aus allen 4 ermittelt. Diese Correctionen betrugen: für Apparat № I + 1 Procent, für № II — 4, für № III 0 und endlich für № IV + 2 Procent.

Um die wässrigen Lösungen vor Verdunstung zu schützen wurde über dieselben eine Schicht gereinigten Mineralöls gegossen, und zwar eines Destillats von hoher Siedetemperatur; dieser Schutz erwies sich als vollkommen wirksam, konnte indessen für alcoholische Lösungen nicht angewandt werden, theils weil das Steinöl für schwache Lösungen in starkem Alcohol zu schwer war, theils weil einige Lösungen, z. B. Jodcadmium, zwischen der Naphta und der Glaswand hinaufkriechen und dann verdunsten, vorwiegend aber deshalb nicht, weil kräftiger Alcohol die Naphta in nicht unbedeutender Menge löst, wobei die Diffusionsgeschwindigkeit beträchtlich abnimmt. Um das Verdunsten alcoholischer Lösungen zu verhindern, oder doch möglichst wenigstens zu vermindern, wurden die Bechergläser durch Korken geschlossen und die Fugen mit Baumwolle und Parafin verschmiert, so dass eine Communication mit der Aussenluft nur durch die Oeffnung eines kleinen in den Korken gesteckten Trichters erhalten blieb.

23. Um mich bei Aufzählung der Versuche kürzer fassen zu können, will ich hier eine volle Beobachtungsreihe mit allen Correctionen anführen und besprechen. Für wässrige Lösungen waren die Diffusionen sehr beträchtlich, was einen ganz merklichen Einfluss auf die Genauigkeit der Resultate ausübte, indem sich hierdurch die Stärke der Lösung im Gefässe *A* während der Versuche beträchtlich verminderte. In Folge dessen trat nie ein stationärer Zustand ein, und man konnte die Beobachtungen viele Tage hindurch fortsetzen, es zeigte sich stets eine merkliche Abnahme der Diffusion. Es musste daher dieser Verlust an Salzgehalt der Lösung in Betracht gezogen und corrigirt werden. Auf welche Weise das geschehen, soll an einem Beispiele gezeigt werden. Ich wähle hierzu die Lösung von der allergrössten Diffusionsgeschwindigkeit, an welcher die Abnahme des Salzgehaltes besonders merklich ist, eine wässrige Lösung von 0,4976 Molekeln K_2J_2 im Liter. Die einzelnen Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle № 22.

№	*h*	*t*	*d'*	*p*	*d'*(1/2)	*d*(1/2)	*d*(1/2)	*h*
1	24,0	16,6	25,26	0,23574	26,77	27,68		
2	25,0	16,8	25,48	0,23559	27,02	27,85	27,75	25,0
3	26,0	16,8	25,37	0,23530	27,90	27,73		
4	48,8	16,6	22,17	0,22989	24,10	24,94		
5	49,8	16,8	22,43	0,22967	24,39	25,12	25,02	49,8
6	50,8	17,0	22,39	0,22945	24,41	25,02		
7	72,4	16,9	21,17	0,22485	23,54	24,19		
8	73,4	17,0	21,01	0,22463	23,39	23,98	24,11	73,4
9	74,4	17,1	21,29	0,22443	23,69	24,23		
10	98,3	16,7	20,67	0,21954	23,56	24,32	24,16	98,8
11	99,3	16,8	20,41	0,21934	23,29	24,00		

№	h	t	d'	p	d' (1/2)	d (1/2)	d (1/2)	h
12	120,6	16,4	19,89	0,21505	23,10	24,02		
13	121,6	16,5	20,05	0,21485	23,30	24,18	24,06	121,6
14	122,6	16,5	19,82	0,21465	23,09	23,97		
						Mittel	24,11	

Man sieht aus diesen Zahlen sehr deutlich, wie die Diffusionsgeschwindigkeit beständig abnimmt; die kleinen Schwankungen in d' sind theils Beobachtungsfehlern zuzuschreiben, theils Temperaturschwankungen; die Tendenz zur Abnahme der Zahlen in der Spalte d' ist aber, trotz dieser Schwankungen, sehr deutlich ausgesprochen und rührt von der Abnahme der Concentration der Lösung her, wie dies die folgende Berechnung zeigt.

Das Gefäss A enthielt bei diesem Versuche 500 Cmc. Lösung mit einer ursprüngli- von Salzmenge von 0,2488 Molekeln $K_2 J_2$. Nachdem die Diffusion 5 Tage gedauert hatte, wurde, gleich nach Schluss der 14te Beobachtung, also nach 122,6 + 0,5 Stunden, die Stärke der Lösung neu bestimmt und erwies sich jetzt zu 0,42910 Molekeln im Liter, oder 0,21455 im Gefässe A. Die Lösung hatte sich also sehr beträchtlich verdünnt, und diesem Umstande ist offenbar die Verminderung in der Diffusionsgeschwindigkeit zuzuschreiben. Da die Salzmenge, welche durch Diffusion dem Gefässe A entführt wird, bekannt ist, so kann die Stärke der Lösung für jeden einzelnen Versuch berechnet und in Correction gebracht werden; diese Stärke ist in der Tabelle unter p mitgetheilt und auf folgende Weise gefunden worden.

Ich beginne die Berechnung mit der 14te Beobachtung. Die Zeit $h = 122{,}6$ ist die Mitte der Stunde, während welcher die 14te Probe gesammelt wurde, also 0,5 Stunden vordem die Stärke der restirenden Lösung in A bestimmt wurde. In dieser halben Stunde ist durch Diffusion so viel $K_2 J_2$ aus A getreten, wie durch $\frac{19{,}82}{2} = 9{,}91$ Cmc. Silberlösung gebunden wird. Da 1 Cmc. Silberlösung 0,00010 Molekeln $Ag_2 2(NO_3)$ enthält, so sind in der halben Stunde 0,0000991 oder rund 0,00010 Molekeln $K_2 J_2$ entführt, und die Lösung enthielt zur Zeit $h = 122{,}6$ eine Zahl von Molekeln die gleich $0{,}21455 + 0{,}00010 = 0{,}21465$ ist, wie sie in der Spalte p steht. Steigt man dann hinauf zu den Beobachtungen 13 und 12, so hat man zur Bestimmung von p zu dem Werthe desselben für die 14. Beobachtung noch 0,00020 und 0,00040 Molekeln hinzuzufügen. Um ferner von № 12 auf № 11 emporzusteigen, nehme ich die mittlere Diffusionsgeschwindigkeit zwischen beiden, also 20,15, an. Das Zeitinterwall zwischen beiden Beobachtungen ist 21,3 Stunden, woraus dann die Stärke für die 11. Lösung bestimmt wird. So gelangt man schliesslich zu der Stärke 0,23574 für die erste Lösung. Eine Controlle für diese Rechnung findet man aus folgender Rechnung: vom Beginn der Aufstellung bis zur ersten untersuchten Probe war so viel Salz ausgetreten, dass 1364 Cmc. Silberlösung zum Binden des Jods erforderlich waren, giebt man hierzu noch 12,6 Cmc. für die halbe Stunde der ersten Probe, so erhält man 1377 Cmc. = 0,01377 Molekeln. Da zu Anfang des Versuches in dem Becher A 0,24875

Molekeln $K_2 J_2$ enthalten waren, so blieben nach 24,0 Stunden nur 0,23498 Molekeln nach, was mit der oben in umgekehrter Richtung gefundenen Zahl 0,23574 genügend gut übereinstimmt.

Mit Hülfe der so berechneten Werthe von p wurde nun die Diffusionsgeschwindigkeit für eine Lösung von der Stärke $^1/_2$ Molekel im Liter oder $\frac{1}{4}$ im Becher A berechnet. Diese Correction geschah unter der Voraussetzung, dass die Diffusionsgeschwindigkeiten der Stärke der Lösung proportional seien. Eine Berechtigung zu dieser Voraussetzung bieten sowohl die Resultate von Long, als auch die in gegenwärtiger Untersuchung erhaltenen. Die auf diese Weise gefundenen Werthe sind in der Spalte $d'(^1/_2)$ angegeben.

Die Werthe von $d'(^1/_2)$ wurden dann noch wegen der Temperatur corrigirt und auf die gemeinsame 18° gebracht. Als Temperaturcoëfficient nahm ich die Zahl 0,025 an, weil nach Long der Temperaturcoëfficient für Leitungsfähigkeit und Diffusionsgeschwindigkeit nahezu derselbe ist. Nach der Reduction erhält man die für 18° geltenden Werthe $d(^1/_2)$ obiger Tabelle.

Um den Einfluss der Zeit auf die Diffusionsgeschwindigkeit deutlicher hervortreten zu lassen, sind dann die nahezu zu gleichen Zeiten gemachten Messungen zu Mitteln vereinigt, die in den 2 letzten Spalten stehen.

Man sieht aus diesen Zahlen, dass die Diffusionsgeschwindigkeit nach 25 Stunden vom Beginn der Aufstellung der Apparate 27,8 Cmc. beträgt, nach etwa 50 Stunden auf 25,0, sinkt; ferner nach 73 Stunden auf 24,1, und denselben Werth auch nach 122 Stunden behält. Der stationäre Zustand ist demnach nach etwa 2 Tagen erreicht. Es sind die Beobachtungen vom 3. Tage an zum Endresultat vereinigt.

Es zeigt aber diese Tabelle auch, dass trotz der abnehmenden Stärke der Lösung die Diffusionsgeschwindigkeiten mit genügender Schärfe bestimmt werden können, wenn man nur diese Verminderung in Rechnung bringt.

Im angeführten Beispiele habe ich alle Beobachtungen einzeln berechnet, um zu zeigen, wie gross die Beobachtungsfehler sind und welchen Werth die Reductionen erreichen. Die Titrirungen sind ausserordentlich genau und enthalten gewiss Fehler die 0,05 Cmc. (beiläufig etwa ein Tropfen aus der Burette) nicht überschreiten. Trotzdem glaube ich, dass im Endresultat Fehler vorkommen können, die in diesem Falle $^1/_2$ Procent betragen, bei schwacher Diffusion aber noch grösser sein können. Doch glaube ich immerhin die Resultate auch für die schwächsten Diffusionen bis zu 2 Procent sicher halten zu dürfen, und nur für solche unter 1 — 2 Cmc. mag der Fehler grösser sein.

Bei den im folgenden Punkte aufgeführten Beobachtungen wurden nun gleich im Anfange, der Zeit nach, nahe stehende Beobachtungen zu Mitteln vereinigt und dann erst die Correctionsrechnungen, wie im obigen Beispiel, durchgeführt. Die Reductionen auf die Normaltemperatur 18° wurden alle mit dem Coëfficienten 0,025 berechnet.

24. Im Folgenden theile ich nun die Beobachtungen an den einzelnen Salzlösungen mit. Es sind in den Tabellen nur die Zeiten h seit Aufstellung der Apparate und die Diffu-

sionsgeschwindigkeiten *d* mitgetheilt, an welche bereits alle Correctionen, auch die für das Gefäss, angebracht sind. Der Index bei *d* zeigt die Stärke der Lösung an. Vom horizontalen Strich an werden die Mittel genommen.

I. K_2J_2

A. In Wasser.

1) $\frac{1}{2}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{2})$
25	27,8
50	25,0
73	24,1
99	24,2
122	24,1
	$d(\frac{1}{2}) = 24,1$

2) $\frac{1}{4}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
22	14,2
47	12,8
70	12,0
95	12,3
119	12,2
144	12,3
167	12,2
	$d(\frac{1}{4}) = 12,2$

3) $\frac{1}{8}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{8})$
25	6,87
50	6,67
74	6,28
99	6,18
121	6,27
	$d(\frac{1}{8}) = 6,24$

4) $\frac{1}{16}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{16})$
25	3,74
50	3,53
75	3,31
99	3,24
121	3,26
	$d(\frac{1}{16}) = 3,27$

5) $\frac{1}{32}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{32})$
16	1,71
40	1,43
66	1,62
88	1,55
113	1,58
137	1,60
	$d(\frac{1}{32}) = 1,56$

B. In Spiritus.

a) Von 27,9%

6) $\frac{1}{4}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
10,2	25,35
21,9	7,44
33,8	6,51
45,7	6,47
58,0	6,29
70,2	6,49
82,3	6,17
94,4	6,08
105,9	6,00
117,6	6,12
	$d(\frac{1}{4}) = 6,09$

7) $\frac{1}{8}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{8})$
10,2	10,12
21,8	3,68
33,7	3,22
45,6	3,00
58,2	3,22
69,9	3,19
82,4	2,83
94,3	3,01
105,8	2,98
117,5	3,04
	$d(\frac{1}{8}) = 3,06$

b) Von 51,0%

8) $\frac{1}{4}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
9,1	26,78
19,3	5,00
31,7	3,79
44,1	4,71
55,6	4,75
67,2	4,73
79,2	4,60
91,3	4,57
103,4	4,63
115,4	4,66
	$d(\frac{1}{4}) = 4,62$

9) $\frac{1}{8}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{8})$
9,1	15,45
19,5	3,26
31,9	2,21
44,2	2,47
55,7	2,53
67,3	2,33
79,3	2,26
91,3	2,26
103,4	2,24
115,5	2,20
	$d(\frac{1}{8}) = 2,36$

10) K_2J_2

h	$d(\frac{1}{16})$
9,1	4,37
19,7	1,62
31,9	1,05
44,1	1,42
55,7	1,58
67,3	1,25
79,3	1,36
91,3	1,28
103,4	1,22
115,5	1,22
	$d(\frac{1}{16}) = 1,30$

c) Von 74,7%

11) $\frac{1}{4}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
9,6	32,26
20,8	6,24
33,1	4,27
45,5	3,62
57,2	3,42
69,0	3,52

12) $\frac{1}{8}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{8})$
9,7	13,62
20,9	2,68
33,2	2,04
45,6	1,76
57,4	1,63
69,1	1,82

13) $\frac{1}{16}K_2J_2$

h	$d(\frac{1}{16})$
9,2	5,31
19,9	2,14
31,7	1,17
43,5	0,91
55,8	0,91
68,2	0,99

h	$d(\frac{1}{4})$	h	$d(\frac{1}{8})$	h	$d(\frac{1}{16})$
80,8	3,50	80,9	1,85	80,2	0,97
92,6	3,48	92,7	1,84	91,7	0,94
104,6	3,44	104,6	1,88		
116,5	3,61	116,6	1,66		
	$d_{\frac{1}{4}} = 3,50$		$d_{\frac{1}{8}} = 1,78$		$d_{\frac{1}{16}} = 0,94$

II. $Na_2 J_2$

A. In Wasser — 14) $\frac{1}{4} Na_2 J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
24,4	10,98
46,2	10,71
67,7	10,37
91,1	10,05
115,3	10,01
139,8	10,21
163,0	9,98
	$d_{\frac{1}{4}} = 10,06$

B. In Alcohol von 27,9 — 15) $\frac{1}{4} Na_2 J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
9,2	23,64
19,8	7,01
31,6	5,24
43,5	4,83
55,8	4,76
68,2	4,80
79,9	4,00
	$d_{\frac{1}{4}} = 4,60$

C. In Alcohol von 74,7 — 16) $\frac{1}{4} Na_2 J_2$

h	$d(\frac{1}{4})$
9,2	24,46
19,8	5,80
31,6	4,48
43,4	3,23
55,8	3,22
68,1	3,47
79,8	3,32
91,6	3,16
	$d_{\frac{1}{4}} = 3,28$

III. $K_2 Cr O_4$

In Spiritus von 27,9 — 17) $\frac{1}{2} K_2 Cr O_4$

h	$d(\frac{1}{2})$
44,7	7,63
68,4	7,86
92,2	7,51
104,3	8,33
	$d_{\frac{1}{2}} = 7,84$

IV. $Cd J_2$

A. In Wasser

18) $\frac{1}{2} Cd J_2$		19) $\frac{1}{4} Cd J_2$	
h	$d(\frac{1}{2})$	h	$d(\frac{1}{4})$
16,0	24,03	16,4	8,67
39,6	12,22	40,0	7,27
65,5	10,27	66,2	5,30
87,8	10,21	88,1	5,08
111,9	10,36	112,2	5,50
136,5	10,26	136,7	5,41
	$d(\frac{1}{2}) = 10,28$		$d(\frac{1}{4}) = 5,32$

B. In Spiritus von 27,9%

20) $\frac{1}{2} Cd J_2$		21) $\frac{1}{4} Cd J_2$	
h	$d(\frac{1}{2})$	h	$d(\frac{1}{4})$
9,7	81,40	9,7	31,94
20,8	15,80	20,9	5,08
33,2	10,93	33,2	3,63
45,6	7,55	45,6	2,72
57,4	6,21	57,4	2,46
69,1	5,37	69,1	2,43
80,8	5,08	80,9	2,43
92,6	4,66	92,7	2,37
104,6	4,82	104,6	2,31
116,6	4,63	116,6	2,09
	$d(\frac{1}{2}) = 4,91$		$d(\frac{1}{4}) = 2,35$

C. In Spiritus von 51,0%				D. In Spiritus von 74,7%			
22) $\frac{1}{2}CdJ_2$		23) $\frac{1}{4}CdJ_2$		24) $\frac{1}{2}CdJ_2$		25) $\frac{1}{4}CdJ_2$	
h	$d(\frac{1}{2})$	h	$d(\frac{1}{4})$	h	$d(\frac{1}{2})$	h	$d(\frac{1}{4})$
10,2	50,14	10,2	11,56	9,1	42,07	9,1	22,00
21,8	17,36	21,8	5,19	19,8	18,48	19,8	7,97
33,7	10,88	33,7	4,59	31,2	12,27	31,2	5,02
45,6	7,70	45,6	3,03	42,7	7,87	42,7	3,31
57,9	6,90	57,9	2,79	55,3	7,33	55,3	2,23
70,2	5,90	70,2	2,59	67,9	5,58	67,9	2,16
82,2	5,13	82,2	2,08	79,4	4,91	79,4	1,79
94,2	4,82	94,2	2,10	91,3	4,88	90,8	1,94
105,7	4,48	105,7	2,09	103,2	4,47		
117,4	4,52	117,4	2,05	115,1	4,79		
	$d_{\frac{1}{2}} = 4,50$		$d_{\frac{1}{4}} = 2,05$		$d_{\frac{1}{2}} = 4,76$		$d_{\frac{1}{4}} = 2,03$

25. In der folgenden Tabelle sind alle beobachteten Diffusionsgeschwindigkeiten übersichtlich zusammengestellt und ihnen zur Seite unter L stehen die äquivalenten Leitungsfähigkeiten, die den Tabellen 1, 5, 7 und 10 entnommen sind. Für die alcoholischen Lösungen sind die Werthe aus den benachbarten interpolirt worden. In der Tabelle bedeutet v die Stärke des Spiritus.

Tabelle 23.

	$\frac{1}{2}K_2J_2$		$\frac{1}{4}K_2J_2$		$\frac{1}{8}K_2J_2$		$\frac{1}{16}K_2J_2$	
v	d	L	d	L	d	L	d	L
0	24,1	—	12,2	1150	6,24	605	3,27	313
27,9	—	—	6,09	578	3,06	293	—	—
51,0	—	—	4,62	395	2,36	201	1,30	102
74,7	—	—	3,50	292	1,78	152	0,94	81,5

	$\frac{1}{32}K_2J_2$		$\frac{1}{4}Na_2J_2$		$\frac{1}{2}K_2CrO_4$		$\frac{1}{2}Cd_2J_2$		$\frac{1}{4}Cd_2J_2$	
v	d	L	d	L	d	L	d	L	d	L
0	1,56	162	10,06	921	—	1713	10,28	333	5,32	2,04
27,9	—	—	4,60	466	7,84	713	4,91	156	2,35	87
51,0	—	—	—	—	—	—	4,50	98	2,08	52
74,7	—	—	3,28	261	—	—	4,76	78	2,03	40

Aus dieser Tabelle sieht man schon, dass die Leitungsfähigkeit und die Diffusion sich in gleichem Sinne, sowohl mit der Concentration der Lösung als mit der Stärke des Alcohols, ändern. Die Gesetzmässigkeit dieser Aenderung tritt aber deutlicher hervor, wenn man sowohl d als L für die Lösung von $\frac{1}{4}K_2J_2$ in Wasser gleich 100 macht, und in diesen Einheiten alle übrigen Diffusionen und Leitungsfähigkeiten ausdrückt; dann erhält man die folgende Tabelle.

Tabelle 24.

	$\frac{1}{2}K_2J_2$		$\frac{1}{4}K_2J_2$		$\frac{1}{8}K_2J_2$		$\frac{1}{16}K_2J_2$	
v	*d*	*L*	*d*	*L*	*d*	*L*	*d*	*L*
0	195	—	100	100	51	52	27	27
27,9	—	—	50	50	25	25	—	—
51,0	—	—	38	35	19	18	11	9
74,7	—	—	29	26	15	13	8	8

	$\frac{1}{32}K_2J_2$		$\frac{1}{4}Na_2J_2$		$\frac{1}{2}K_2CrO_4$		$\frac{1}{2}CdJ_2$		$\frac{1}{4}CdJ_2$	
v	*d*	*L*	*d*	*L*	*d*	*L*	*d*	*L*	*d*	*L*
0	13	14	82	80	—	164	84	30	44	18,
27,9	—	—	38	40	64	63	40	14	19	7,5
51,0	—	—	—	—	—	—	37	9	17	4,5
74,7	—	—	27	23	—	—	39	6	17	3,5

26. Ein Blick auf die Zahlen vorstehender Tabelle zeigt, dass für Lösungen der Jodate des Kaliums und Natriums, sowie auch für das gelbe chromsaure Salz des Kaliums, die Diffusionsgeschwindigkeiten sowohl für verschieden starke wässrige Lösungen als für solche in Alcohol von verschiedenem Wassergehalte, den galvanischen Leitungsfähigkeiten der Lösungen proportional sind. Für Lösungen von Jodcadmium findet diese Proportionalität auch entfernt nicht statt.

Lässt man vor der Hand das Jodcadmium unberücksichtigt, so führen die Zahlen der letzten Tabelle zu dem Schlusse, dass ein Ersatz von Wasser durch Alcohol in einer wässrigen Lösung eines Salzes sowohl das Leitungsvermögen derselben als auch deren Diffusionsgeschwindigkeit genau in gleichem Maasse beeinflusst. Da nun ein Zusatz von Alcohol auf die Diffusionsgeschwindigkeit eines Salzes, gegen welches der Alcohol sich indifferent verhält, nur in der Art Einfluss ausüben kann, dass er durch veränderte moleculare Reibung die Beweglichkeit der Salzmolekeln in der Lösung verringert, so liegt es auf der Hand, in Bezug auf das Leitungsvermögen dem Alcohol dieselbe Rolle zuzuschreiben. Dann gelangt man zu dem Schlusse, das salcoholische Lösungen den Strom deshalb schlechter leiten als äquivalente wässrige, weil die moleculare Reibung der Salztheilchen gegen Alcohol viel grösser ist, als gegen Wasser, und dass die Beweglichkeit der Salzmolekeln gegen Alcohol um so viel mal geringer gegen Wasser ist, um wie viele Male der galvanische Widerstand einer alcoholischen Lösung den einer äquivalenten wässrigen übertrifft. Einen Schritt weiter gehend würde man dann folgern, dass der galvanische Widerstand einer Lösung bedingt wird durch den Reibungswiderstand der Salztheilchen gegen das Lösungsmittel.

Ob das Gesetz der Proportionalität zwischen Leitungsfähigkeit und Diffusionsgeschwindigkeit ein streng gültiges ist, oder aber als ein nur angenähertes betrachtet werden darf, lässt sich aus den vorliegenden Versuchen nicht entscheiden. Der Umstand, dass, nach den vorliegenden Versuchen zu schliessen, für starken Alcohol die Diffusionsgeschwindigkeiten

fast immer grösser ausfallen als die Leitungsfähigkeiten, scheint allerdings dafür zu sprechen, dass diese Proportionalität nicht strenge gültig ist, doch rühren vielleicht die Abweichungen beim starken Spiritus auch von fehlerhaften Beobachtungen her, indem es sehr schwer hält, die Verdunstung solchen Alcohols ganz zu vermeiden; durch diesen Umstand aber entstehen bei den Diffusionsbeobachtungen grosse Complicationen und Ungenauigkeiten.

Die Diffusionsversuche für Lösungen von Jodcadmium zeigen auch keine Spur einer Proportionalität zwischen Diffusionsgeschwindigkeit und Leitungsvermögen. Während die erstere z. B. 84 ist, beträgt das letztere nur 30. Berechnet man das Verhältniss zwischen Diffusion und Leitung für Alcohol von verschiedener Stärke, so erhält man die in Tafel 25 zusammengestellten Werthe.

Tabelle 25.

Stärke des Alcohols	$\frac{d}{L}(\frac{1}{2})$	$\frac{d}{L}(\frac{1}{4})$
0	2,8	2,4
27,9	2,9	2,5
51,0	4,1	3,8
74,7	6,5	4,9

Aus diesen Zahlen ist zweierlei ersichtlich. Erstens nimmt die Diffusionsgeschwindigkeit mit wachsendem Alcoholgehalte langsamer ab, als die Leitungsfähigkeit, und zweitens ist die Abweichung von der Proportionalität um so grösser, je stärker die Lösung an Salz ist. Es scheint demnach dass für äusserst schwache Lösungen das erwähnte Gesetz der Proportionalität ebenso gültig wird, wie für die Lösungen des Jodkaliums. Nur müsste zu diesem Zwecke die Jodcadmiumlösung sehr viel schwächer genommen werden als die des Jodkaliums.

Aus dem oben gezeigten Verhalten der Jodcadmiumlösung zu folgern, dass hier die Leitungsfähigkeit von andern Umständen bedingt wird, als es für die übrigen Lösungen gefunden wurde, wäre jedoch voreilig. Die Abweichung von der Proportionalität lässt sich einfach und ungezwungen dadurch erklären, dass für das Jodcadmium die Diffusionsversuche mit den beobachteten Leitungsfähigkeiten gar nicht vergleichbar sind, und zwar deshalb nicht, weil in stärkeren Lösungen von Jodcadmium sich Complexmolekeln bilden, wie dies die Versuche über die Jonenwanderung zeigen, und weil diese Molekeln bei der Diffusion wieder zerfallen. Die Ueberführungszahlen des Jods bei der Electrolyse von Jodcadmium waren nämlich gefunden worden:

für Lösungen von	1 Molekel	½ Molekel	¼ Molekel	⅛ Molekel
in Wasser	1,135	1,044	0,929	0,808
in Alcohol von 30 %	1,088	1,057	0,974	0,928
» » » 50 »	1,193	1,159	1,089	1,052
» » » 75 »	1,378	1,344	1,282	1,262

Hieraus folgt aber, dass alle Lösungen, sowohl wässrige als alcoholische, wenn sie von stärkeren Concentrationsgraden zu schwächeren übergehen, in einfachere Molekeln zerfallen, dass also bei Verdünnung der Lösung eine Dissociation des Salzes eintritt. Nun ist es leicht ersichtlich, dass beim Diffundiren dieses Salzes die Concentration der durch Diffusion erhaltenen Lösung sehr schwach ist. In der That betrug die stärkste am Jodcadmium beobachtete Diffusion in einer Stunde 10,28 Cmc. Silberlösung von $\frac{1}{100}$ Normal [$Ag_2\,2(NO_3)$] und bezieht sich auf eine wässrige Lösung von $^1/_2$ Molekel. Nun enthalten 10,28 Cmc. Silberlösung nur 0,0001028 Molekeln, und ebenso viele Molekeln des Jodcadmiums sind in einer Stunde diffundirt. Da stündlich etwa 35 Cmc. Flüssigkeit durch die Diffusionsgefässe strömte, so war die Stärke der ausgetretenen, durch Diffusion erhaltenen, Lösung nur 0,003 Molekeln, die, nach den Zahlen der obigen Tabelle zu schliessen, wahrscheinlich nur noch aus einfachen Molekeln besteht. Da diese Molekeln aus einer Lösung von 0,5 Molekeln diffundirt sind, die reich ist an Complexmolekeln, so muss eine beträchtliche Dissociation des Salzes stattgefunden haben. Bei den Messungen der Leitungsfähigkeiten findet aber ein Zerfall der Complexmolekeln nicht statt, wie dies Hittorf's Versuche zeigen und die von ihm gegebene Erklärung deutet, daher werden die Versuche über Leitungsfähigkeit und Diffusion in diesem Falle nicht vergleichbar. Die Zahlen der Tabelle 25 bestätigen die hier ausgesprochene Ansicht insofern, als sie zeigen, dass die Abweichungen vom Gesetze der Proportionalität zwischen Diffusion und Leitungsfähigkeit um so geringer werden, je geringer die Zahl der Complexmolekeln ist.

Trotz der Abweichungen, welche das Jodcadmium zeigt, kann also doch behauptet werden, dass der galvanische Widerstand einer Lösung sich in demselben Maasse ändert, wie die molekulare Beweglichkeit, nur kann die Diffusionsgeschwindigkeit nicht immer ein Maass für den Widerstand geben. Dieser innige Zusammenhang zwischen galvanischem und mechanischem Widerstande, der ja schon zu wiederholten Malen ausgesprochen worden ist, aber doch kaum je so deutlich hervortrat, wie in gegenwärtiger Untersuchung, ist von dem allergrössten Interesse, und der Nachweis desselben bildete den hauptsächlichsten Zweck vorliegender Untersuchung. Ich habe mich daher bemüht, noch fernere Belege für diesen Zusammenhang zu beschaffen und will hier nur einen anführen, der mir sehr überzeugend zu sein scheint. Bei einem ersten Diffusionsversuche mit Jodkalium in alcoholischer Lösung hatte ich eine ungewöhnlich geringe Diffusionsgeschwindigkeit erhalten — eine viel geringere als ich nach den bisher gesammelten Daten erwarten durfte. Der Grund lag offenbar darin, dass die Naphta, welche ich bei diesem Versuche zum Schutz der Lösung angewandt hatte, zum Theil gelöst war, was sich auch durch eine Trübung der Lösung bei Zusatz von Wasser deutlich erkennen liess. Da eine geringe Beimengung von Naphta die Diffusionsgeschwindigkeit merklich verringerte, so erwartete ich, dass hierdurch auch die galvanische Leitungsfähigkeit in demselben Maasse verringert werden würde.

Um dieses zu prüfen bereitete ich mir eine Lösung von Naphta in Alcohol von 73 Volumprocent. Das gewöhnliche Steinöl von gelber Farbe war für diese Versuche unbrauch-

bar, weil die Titrirungen auf Jod hierdurch an Empfindlichkeit einbüssen. Der freundlichen Gefälligkeit meines Collegen Professors Dr. Beilstein verdanke ich ein besonders gereinigtes mineralisches Schmieröl, weches vollkommen wasserhell, geruch- und geschmacklos ist. Es ist dies sehr hoch siedende Naphta vom spezifischen Gewicht 0,878 bei 20°, nach Bestimmungen von Herrn Lamansky. Ich löste etwa 15 Cmc. dieser Naphta in 8 Litern Alcohol von 73 Procent und in einem Liter dieser Mischung wurde ¼ Molekel $K_2 J_2$ gelöst. Ich bestimmte die Leitungsfähigkeit der Lösung und fand sie bei

	16°,2	gleich	268,4
	19,6	»	322,0
hieraus bei	18,0	»	286,9

Die Leitungsfähigkeit einer äquivalenten wässrigen Lösung bei derselben Temperatur fand ich 1178, etwas abweichend von den früheren Bestimmungen (1150) weil wohl die Stellung der Electroden in der Zwischenzeit gegen die früheren Versuche etwas geändert war.

Ich fand nun die Diffusionsgeschwindigkeit 3,10 gegen 12,2 für eine aequivalente wässrige Lösung. Bezeichnet man wie früher Leitungsfähigkeit und Diffusionsgeschwindigkeit für wässrige Lösungen mit 100, so findet man dieselben für die alcoholische Lösung mit Zusatz von Naphta:

Diffusionsgeschwindigkeit	25,4
Leitungsfähigkeit	24,4

gegen etwa 30 und 27, wie es eine Lösung von naphtafreiem Alcohol zeigen würde.

Noch auf einen zweiten Umstand möchte ich, gelegentlich dieser Versuche, die Aufmerksamkeit richten. Es ist oben der galvanische Widerstand der Lösung für 2 Temperaturen, 16°,2 und 19°,6, angeführt. Berechnet man aus diesen Zahlen den Temperaturcoëfficienten, so erhält man den sehr grossen Werth 0,059. Obgleich diese Zahl auf keinen hohen Grad von Genauigkeit Anspruch machen darf, so ist sie doch gewiss so weit sicher, dass sie erkennen lässt, wie sehr viel grösser der Einfluss der Temperatur auf die Leitungsfähigkeit einer alcoholischen Lösung mit Zusatz von Naphta ist, als gegen eine Lösung ohne solchen Zusatz, für welche der Temperaturcoëfficient nicht halb so gross ist. Nun ist aber der sehr starke Einfluss der Temperatur auf die Zähflüssigkeit des mineralischen Oeles eine characteristische Eigenschaft desselben. Nach Versuchen von Herrn Lamansky, die noch nicht publicirt sind, die mir mitzutheilen er aber die Gefälligkeit hatte, ist die Zähflüssigkeit des von mir benutzten Schmieröls bei 94° etwa 14 mal grösser als bei 19°. Gewiss ist der grosse Temperaturcoëfficient für die Leitungsfähigkeit dieser Eigenthümlichkeit des Schmieröls zuzuschreiben.

Nach diesen Versuchen über die Diffusionsgeschwindigkeit kann demnach der Satz aufgestellt werden, dass

12. Das galvanische Leitungsvermögen von Salzlösungen proportional ist den Diffusionsgeschwindigkeiten der Salztheilchen derselben Lösungen, und zwar ändert sich das Ver-

hältniss der zwei Grössen weder mit der Natur des Salzes, noch mit der Stärke der Lösung noch mit dem Lösungsmittel, noch, wenn man frühere Erfahrungen hinzuzieht, *mit der Temperatur.*

27. Es ist von Interesse die Diffusion in absolutem Maasse auszudrücken, wozu das CGS-System benutzt werden soll. Vor allen Dingen wird es erforderlich sein, die willkührlich gewählte Anzahl von Molekeln m, durch die rationelle Zahl derselben auszudrücken. Dazu muss entschieden werden, welches Molekulargewicht den Salzen in der Lösung zuzuschreiben ist. Bisher habe ich für das Jodkalium das Molekulargewicht $K_2 J_2$ angenommen, es wurde also das Salz in der Lösung aus vier Atomen bestehend angesehen. Es sind keine theoretischen Gründe, welche dieser Auffassung vor der einfacheren, als bestehe in der Lösung das Salztheilchen aus 2 Atomen KJ, den Vorzug geben; es sind vielmehr nur Bequemlichkeitsgründe oder typographische, um das Schreiben von Brüchen zu vermeiden. Nimmt man nämlich für das Jodkalium die Formel KJ an, so muss man für das chromsaure Salz die Formel $K\frac{1}{2}(Cr\,O_4)$ schreiben, für Jodcadmium $\frac{1}{2}(Cd\,J_2)$. Um eben diese Brüche zu vermeiden wurde das Jodkalium als $K_2 J_2$ geschrieben.

Nun giebt bekanntlich die Chemie sicheren Aufschluss darüber, aus wie vielen Atomen die Molekel besteht, nur für Körper in Dampfform; für Körper in fester oder flüssiger Gestalt kann ein solcher Aufschluss nicht gegeben werden. Wenn aber sichere Schlüsse nicht zu ziehen sind, so giebt es doch einige Anzeichen, welche der Form KJ vor der $K_2 J_2$ den Vorzug zu geben scheinen. Aus dem Sättigungsvermögen der Atome findet man, dass in Combinationen einwerthiger Elemente nur zwei Atome enthalten sein können, dass man also KJ zu schreiben hat. Dieser Schluss ist allerdings, wie alle aus den Sättigungsverhältnissen gezogenen, insofern schwankend und unsicher, als es nur der Annahme einer Aendeder Valenz der Elemente in ihrer Vereinigung bedarf, um die ganze Schlussfolgerung umzuwerfen[1]). Die einfachere Annahme von Molekeln in Gestalt von KJ wird aber ferner unterstützt durch die Thatsache, dass die Jonenwanderung oder die Ueberführungszahl für Jod in Jodkaliumlösungen innerhalb weiter Grenzen von der Stärke der Lösung unabhängig ist, woraus wir folgern dürfen, dass für dieses Salz kein Zerfallen von Complexmolekeln in einfachere stattfindet, dass in der Lösung also keine Complexmolekeln vorhanden sind.

Aus diesem Grunde soll in Folgendem das Jodkalium als aus 2 Atomen bestehend, d. h. von der Gestalt KJ angesehen werden. Unter dieser Voraussetzung rechne ich die willkührlich gewählte Molekelzahl m in die rationelle, wirklich vorhandene, M um.

Ein Cmc. Luft enthält $21 \cdot 10^{18}$ Molekeln und nach der Avogardo'schen Regel ist dieses auch die Anzahl von Molekeln für jedes andere Gas bei 0° und 760 mm. Druck. Das spezifische Gewicht des Joddampfes gegen Luft ist 8,72, daher wiegt ein Cmc. Joddampf 0,011336 gr. Das Gewicht einer Molekel Jod ist demnach: $\frac{0{,}011336}{21{,}10^{18}} = 540 \cdot 10^{-24}$.

1) Man vergleiche hierüber Loth. Meyer. Mod. Theorien der Chemie 3. Aufl. 1876. pg. 228 ff.

Die Stärke einer Lösung von 1 Molekel wurde früher so verstanden, dass im Liter das Moleculargewicht des Salzes in Grammen enthalten war. Eine Jodkaliumlösung von 1 Molekel enthielt demnach 322,2 gr. KJ oder 254 gr. Jod im Liter. Nun enthalten aber 254 gr. $\frac{254}{540} \cdot 10^{24} = 0,47 \cdot 10^{24}$ Molekeln M. Um also von der früheren Bezeichnungsweise (m) zu der rationellen (M) überzugehen, habe ich die Gleichung

$$M = 0,47 \cdot 10^{24} \cdot m.$$

Die Diffusionsgeschwindigkeit für eine Lösung von M Molekeln sei d_m, so ist nach bekannten Gesetzen

$$d_m = \delta_m \frac{S}{L}$$

wo S den Querschnitt der diffundirenden Lösung, L die Höhe der Grenzschichte vom Rande des Diffusionsrohres und δ_m die Diffusionsconstante bedeuten. Bei den vorliegenden Versuchen konnte die Grösse L nicht scharf bestimmt werden, weil, während die Diffusion vor sich geht, keine Grenzschichte zu sehen ist, doch lässt sich eine solche im Anfange der Versuche, ehe die Diffusion stationär geworden ist, sehr wohl erkennen und stand vom Rande um 11 Millimeter ab; demnach ist $L = 1,1$. S bestimmt sich aus dem Durchmesser des Diffusionsrohres zu 12,25. Daher ist

$$\delta_m = d_m \frac{1,1}{12,25} = 0,09\, d_m$$

Hier bedeutet d_m die beobachtete Diffusion, die in Cmc. Silberlösung $\frac{1}{100}$ Normal $2(AgNO_3)$ und Stunden ausgedrückt ist. In denselben Einheiten ist δ_m ausgedrückt. Um auf die Secunde als Zeiteinheit und Molekelzahl statt Volumen von Silberlösung überzugehen, hat man δ_m mit einem näher zu bestimmenden Factor a zu multipliciren, dann ist:

$$\Delta_m = 0,09 \cdot a \cdot d_m$$

Die Silberlösung enthält im Liter $\frac{1}{10^2}$ Molekeln m, im Cubikcentimeter also $\frac{1}{10^5}$ (m) oder

$$\frac{0,47.10^{24}}{10^5} = 0,47 \cdot 10^{19} \text{ Molekeln (M)}$$

Es wird daher
$$a = \frac{0,47.10^{19}}{3600} = 0,13 \cdot 10^{16}$$

Daher ist
$$\Delta_m = 0,09 \cdot 0,13 \cdot 10^{16}\, d_m = 117 \cdot 10^{12}\, d_m$$

Nehme ich als Beispiel die Diffusion von $\frac{1}{4}(K_2J_2)$, so ist $d_m = 12,2$ und

$$\Delta_{1/4} = 1427 \cdot 10^{12}$$

In Worten heisst das: Aus einer Lösung von $\frac{1}{4}(K_2J_2)$ treten durch die Oberfläche von 1 cmq.,

und durch eine Dicke von 1 cm. in jeder Secunde 1427 Billionen Molekeln KJ in reines Wasser aus.

Hieraus kann man auch die Geschwindigkeit bestimmen, mit welcher die Molekeln bei der Diffusion vorschreiten.

Die im Cmc. enthaltene Anzahl von Molekeln lässt sich leicht bestimmen. Die Lösung hat eine Stärke von $\frac{1}{4}$ Molekel im Liter oder $\frac{1}{4000}$ im Cmc. Die Anzahl der Molekeln M im Cm. ist demnach:

$$N = \frac{1}{4000} \cdot 0{,}47 \cdot 10^{24} = 0{,}118 \cdot 10^{21}$$

Denkt man sich die Molekeln regelmässig in Schichten gereiht, die gleich weit von einander abstehen und die Molekeln würfelförmig geordnet, so ist die Anzahl der Molekeln in jeder Schicht: $N^{2/3} = 0{,}23 \cdot 10^{14}$

die Anzahl der Schichten: $N^{1/3} = 0{,}49 \cdot 10^{7}$ und die Entfernung der Schichten von einander: $\theta = \frac{1}{0{,}49.10^{7}} = 2{,}04 \cdot 10^{-7}$

Das ist zugleich die Entfernung der Molekeln von einander.

Ueber die Art der Bewegung der Salztheilchen in der Lösung wissen wir gar nichts. Doch sind wir berechtigt anzunehmen, dass sie nach allen Richtungen in gleicher Zahl und mit gleicher mittlerer Geschwindigkeit erfolgen. Dann aber lässt sich, welcher Art auch die Bewegung der Molekeln sein mag, das von Joule bei Gelegenheit der Berechnung des Druckes eines Gases angewandte Verfahren benutzen. Man kann alle Salztheilchen in drei gleiche Gruppen theilen, die nach drei auf einander senkrechten, willkührlich gewählten Richtungen sich bewegen. Zwei dieser Richtungen mögen in der Richtung der Fläche liegen, durch welche die Diffusion vor sich geht; die dritte sei zu ihnen senkrecht. Der dritte Theil aller Molekeln bewegt sich in der letzten Richtung, und nur dieser Theil kann durch Diffusion austreten, aber auch von ihm nur die Hälfte, weil die andere eine Richtung hat, bei der sie nicht austreten kann. Es können demnach aus einer Schichte nur

$$\frac{1}{6} \cdot 0{,}23 \cdot 10^{14} = 0{,}038 \cdot 10^{14}$$

Molekeln austreten, während in der Secunde factisch $14{,}27 \cdot 10^{14}$ austreten. Es folgt daraus, dass während einer Secunde durch Diffusion Molekeln aus $\frac{14{,}27}{0{,}038} = 376$ Schichten austreten. Da der Abstand der Schichten $2{,}04 \cdot 10^{-7}$ beträgt, so durchläuft die 376ste Schichte, aber zugleich auch jede andere, in der Secunde den Raum $2{,}04 \cdot 376 \cdot 10^{-7} = 7{,}67 \cdot 10^{-5}$. Diese Geschwindigkeit ist eine ausnehmend geringe und erklärt sich gewiss, wie in der kinetischen Theorie der Gase, durch die Häufigkeit der Zusammenstösse. Es erscheint aber müssig, die Sache noch weiter zu verfolgen, da man keine ferneren Folgerungen ziehen kann, bevor man sich nicht eine Meinung über die Art der Bewegung von Flüssigkeitstheilchen gebildet hat.

Berechne ich ebenso die Anzahl der diffundirten Molekeln und die Geschwindigkeit der Bewegung derselben für die übrigen wässrigen Lösungen von Jodkalium, so erhalte ich:

Für Lösung von	$\frac{1}{2}$ Mol.	$\frac{1}{4}$ Mol.	$\frac{1}{8}$ Mol.	$\frac{1}{16}$ Mol.	$\frac{1}{32}$ Mol.	
Diffusion	$2820 \cdot 10^{12}$	$1427 \cdot 10^{12}$	$730 \cdot 10^{12}$	$383 \cdot 10^{12}$	$183 \cdot 10^{12}$	Molekeln
Abst. d. Molek.	$1{,}62 \cdot 10^{-7}$	$2{,}04 \cdot 10^{-7}$	$2{,}59 \cdot 10^{-7}$	$3{,}22 \cdot 10^{-7}$	$4{,}05 \cdot 10^{-7}$	
Zahl d. Schichten	472	376	288	230	179	
Geschwindigkeit	$7{,}64 \cdot 10^{-5}$	$7{,}67 \cdot 10^{-5}$	$7{,}60 \cdot 10^{-5}$	$7{,}41 \cdot 10^{-5}$	$7{,}26 \cdot 10^{-5}$	

Es ergiebt sich also für die Lösungen der verschiedensten Stärke eine nahezu gleiche Geschwindigkeit, wie das auch zu erwarten war, da ja die Zahl der Zusammenstösse viel mehr durch die Wassertheilchen bedingt wird als durch die Anzahl der Salztheilchen.

Es ist interessant diese Geschwindigkeit der übergeführten Molekeln zu vergleichen mit den Geschwindigkeiten der Jonen unter dem Einfluss eines Stromes.

Nach F. Kohlrausch beträgt die Geschwindigkeit des Jods in verdünnter Lösung durch ein Volt, welches auf die Längeneinheit der Lösung wirkt, 0,00057 oder $57 \cdot 10^{-5}$, ist also circa 8 mal grösser als die Geschwindigkeit der Diffusion.

Long spricht, wenn auch beiläufig, die Vermuthung aus, dass der Strom den Jonen keine Beschleunigung der Bewegung ertheile, sondern sie nur alle in demselben Sinne richte. Man sieht aus den angeführten Zahlen, dass diese Voraussetzung nicht statthaft, dass selbst schon bei einem Volt die Theilchen in der That beträchtliche Beschleunigung erfahren haben.

Wenn es demnach nicht bezweifelt werden kann, dass durch Anwendung des Stromes die Geschwindigkeiten der Jonen beschleunigt werden, so muss aber weiter folgern, dass diese Beschleunigung in demselben Maasse für jedes Jon erfolgt, sonst könnte das Gesetz der Proportionalität zwischen Diffusion und Leitungsfähigkeit nicht bestehen.

Ouvrages physiques et chimiques publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences.

T. VI, № 1. **Lenz, E.** Betrachtungen über Ventilation in unseren Klimaten. 1863. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XV, № 7. **Boutlerow, M.** Sur la structure chimique de quelques hydrocarbures non-saturés. 1870. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XVII, № 5. **Jacobi, M.** Untersuchungen über die Construction identischer Aräometer und insbesondere metallischer Scalen- und Gewichts-Alcoholometer, nebst Anhang über den Einfluss der Capillaritäts-Erscheinungen auf die Angaben der Alcoholometer. 1871. (Mit 2 Kupfertafeln.) Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

№ 9. **Boutlerow, M.** Sur l'oxydation du triméthylcarbinol et des alcools tertiaires en général. 1871. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XVIII, № 8. **Wild, H.** Études métrologiques. 1872. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXI, № 7. **Boutlerow, M.** Sur les propriétés de l'acide triméthylacétique et sur ses dérivés. 1874. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXII, № 6. **Setschenow, J.** Ueber die Absorption der Kohlensäure durch Salzlösungen. 1875. Pr. 50 K. = 1 Mk 70 Pf.

T. XXIII, № 4. **Boutlerow, M.** Condensation des hydrocarbures de la série éthylénique. 2. Sur l'isodibutylène, l'une des variétés isomériques de l'octylène. 1876. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 8. **Wild, H.** Metrologische Studien. 1877. (Avec 4 pl.) Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

T. XXIV, № 6. **Wischnegradsky, A.** Ueber verschiedene Amylene und Amylalkohole. 1877. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXV, № 5. **Menschutkin, N.** Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. (Avec 2 pl.) 1877. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XXVI, № 3. **Lenz, R.** Ueber den galvanischen Widerstand verdünnter Lösungen von Verbindungen des Kalium, Natrium, Ammonium und des Wasserstoffs. 1878. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 4. **Hasselberg, B.** Studien auf dem Gebiete der Absorptionsspectralanalyse. 1878. (Avec 4 pl.) Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

№ 8. **Wild, H.** Ueber die Bestimmung der absoluten Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium. 1878. (Avec 3 pl.) Pr. 75 K. = 2 Mk. 50 Pf.

№ 9. **Menschutkin, N.** Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. Deuxième mémoire. 1879. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 14. **Chwolson, O.** Ueber die Dämpfung von Schwingungen bei grösseren Amplituden. 1879. Pr. 35 K. = 1 Mk. 20 Pf.

T. XXVII, № 1. **Hasselberg, B.** Ueber das durch electrische Erregung erzeugte Leuchten der Gase bei niedriger Temperatur. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 3. **Boutlerow, M.** Condensation des hydrocarbures de la série éthylénique. 3. Sur l'isotributylène. 1879. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XXVIII, № 3. **Chwolson, O.** Allgemeine Theorie der magnetischen Dämpfer. 1880. Pr. 1 R. = 3 Mk. 30 Pf.

T. XXX, № 2. **Beketoff, N.** Recherches sur la formation et les propriétés de l'oxyde de sodium anhydre. 1882. Pr. 15 K. = 50 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences. Septembre, 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences. (Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
TOME XXX, N° 10.

STUDIEN

ÜBER

DIE SÜSSWASSER-SCHWÄMME

DES

RUSSISCHEN REICHES

VON

Dr. W. Dybowski
in Niańkow.

Mit 3 lithogr. Tafeln.

(Lu le 24 Novembre 1881.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 50 Kop. = 1 M. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
Tome XXX, N° 10.

STUDIEN

ÜBER

DIE SÜSSWASSER-SCHWÄMME

DES

RUSSISCHEN REICHES

VON

Dr. W. Dybowski
in Niańkow.

Mit 3 lithogr. Tafeln.

(*Lu le 24 Novembre 1881.*)

St.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers et C[ie] et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 50 Kop. = 1 M. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Septembre, 1882. C. Vessélovsky, Secrétaire perpétuel

Imprimérie de l'Académie Impériale des sciences.
(Wass.-Ostr., 9 ligne № 12.

Abgesehen davon, dass die Süsswasser-Schwämme (Spongillen) Europa's seit dem XVII. Jahrhundert[1]) der Wissenschaft bekannt sind und ungeachtet dessen, dass dieselben stets von den hervorragendsten Naturforschern[2]) untersucht worden sind, besitzen wir bis auf den heutigen Tag keine sichere und feste Basis zur systematischen Bestimmung der in Europa vorkommenden Spongillen.

Aus der zahlreichen, unten angeführten Literatur über die Spongillen, ist ersichtlich, dass die Untersuchung des Baues und des Lebens dieser räthselhaften Organismen stets die Hauptaufgabe der Gelehrten war, dagegen die Systematik fast ganz ausser Acht gelassen wurde. Wir besitzen wohl zahlreiche Abhandlungen über die Biologie und Ontogenie dieser Thiere[3]), aber keine, welche genau die Systematik berücksichtigt. Man ist gewöhnt nur zwei Arten: *Spongilla fluviatilis* und *Sp. lacustris* zu unterscheiden, die man oft mit einander zusammenwirft, verwechselt[4]), oder auch mit noch anderen, die man nicht genauer kennt, identificirt[5]).

Die älteren Angaben über die in Rede stehenden Schwämme beziehen sich auf die in Europa vorkommenden Species; sie sind jedoch zu ungenau und mangelhaft, um benutzt werden zu können. Die neueren ausgezeichneten Arbeiten[6]) behandeln hauptsächlich die exotischen (Amerikanische und Südasiatische, — Bombay) Arten, von den europäischen dagegen sind nur die oben erwähnten, fast ganz stereotyp gewordenen Spongillen-Namen angeführt; Carter (l. c.) scheint sogar alle übrigen, in der Literatur angeführten Spongillen-Arten zu ignoriren[7]), was man aus der Betitelung seiner eben citirten Arbeit («Hist. and Classific. of the known Species of Spongilla») schliessen muss.

---

1) Plukenet (L.) Almagestum p. 356. Tab. 112. Fig. 3. 1696.

2) Vergl. weiter unten: Verzeichniss der Literatur.

3) Cfr. Ganin № 31; Bowerbank № 5; Bronn № 6; Carter № 7; Idem № 12; Grant № 33; Kölliker № 46; Lieberkühn № 64 etc.

4) Cfr. Ganin № 31. p. 10. Anmerk.

5) Cfr. Czernay № 18. Tab. I.

6) Cfr. Gray № 35 und besonders Carter № 17, welche letztere Abhandlung als musterhaft zu bezeichnen ist.

7) Ausser *Spongilla erinaceus* Ehr., die ihm aber unbekannt ist (l. c. p. 91).

Bei genauerer Durchsicht der Literatur finden wir eine Anzahl von Beschreibungen welche uns vermuthen lassen, dass doch wohl mehr, als nur zwei oder drei Spongilla-Arten in Europa vorkommen. Die Autoren geben freilich keineswegs in jedem Falle sichere Merkmale für ihre Schwämme an, scheinen aber doch Merkmale an den Schwämmen gefunden zu haben, welche eine besondere Benennung nothwendig machten.

Die in der Literatur als in Europa vorkommend angeführten Arten sind folgende:

1) *Spongilla fluviatilis* L. (Auct.).
2) » *lacustris* L. (Auct.).
3) » *friabilis* L.
4) » *fragilis* Renaum.
5) » *canalium* Schroter.
6) » *pulvinata* Lam.
7) » *ramosa* Lam.
8) » *vespa* Martens.
9) » *erinaceus* Lieberk.
10) » *Mülleri* Lieberk.
11) » ? Lieberk.
12) » *famosa* Dutrochet.

Es fragt sich: sind durch diese verschiedenen Namen wirklich verschiedene Arten repräsentirt, oder sind sie synonym? Der heutige Zustand unserer Kenntniss lässt die Frage nicht endgültig beantworten; erst müssen alle jene Arten, nach ihren einzelnen Fundorten geprüft und untersucht worden sein, bevor man ein sicheres Urtheil fällen kann.

Soweit meine eigenen Erfahrungen reichen, repräsentiren die meisten jener Namen selbstständige Arten; mit der Zeit wird man wenigstens 8 Arten unter den europäischen Süsswasser-Schwämmen unterscheiden müssen.

Als synonym sind meiner Meinung nach folgende Namen zu betrachten:

1) *Sp. lacustris* L. et Auct. = n. sp. Lieberk. = *ramosa* Lamarck;
2) *Sp. friabilis* L. = *fragilis* Renaum;
3) *Sp. canalium* Schrot. = *pulvinata* Lamrk. = *fluviatilis* L. et Auct.

Es bleiben somit folgende 5 Species, die als sicher in Europa vorkommende anzusehen sind[1]):

1) *Spongilla lacustris* Auct.
2) » *fluviatilis* Auct.
3) » *vespa* Martens.
4) » *erinaceus* Lieberk.
5) » *Mülleri* Lieberk.

1) Ueber die exotischen Arten cfr. die musterhafte Monographie von Carter: № 17. — Zu den asiatischen Spongillen gehört noch die *Sp. sibirica* m., deren Beschreibung ich hier geben werde (cfr. weiter unten).

Ausser diesen fünf Arten werden gewiss noch mehr zu finden sein.

Es liegen uns zwei ausgezeichnete Monographien der exotischen Spongillen vor[1]), welche als Grundlage zur Unterscheidung der Genera dienen können. In Bezug auf die Unterscheidung der Species, bieten die exotischen Schwämme viel mehr und viel sicherere Merkmale dar, als die europäischen Species. Die europäischen Spongillen haben so feine Unterscheidungsmerkmale, dass höchst minutiöse Studien erforderlich sind, um eine sichere Systematik der Spongillen zu begründen. Gegenwärtig besitzen wir keine solche Arbeit, welche als Ausgangspunkt für weitere systematische Studien über europäische Süsswasser-Schwämme dienen könnte.

Die vorliegende Abhandlung macht keinen Anspruch eine Monographie der Spongillen zu sein, sie soll nur den Anfang zu einer Spongiologie der Binnengewässer Russlands machen und zugleich zum Ausgangspunkt für künftige umfassendere Studien der europäischen Spongillen überhaupt dienen. Um eine möglichst genaue Darstellung der zu betrachtenden Formen zu liefern, habe ich alle zur Bestimmung einer Art nöthigen Details bildlich dargestellt. Alle hier angeführten Figuren sind mit Hülfe des Hartnack'schen Zeichenprismas angefertigt worden. Ich habe nicht nur eine jede abweichende Form abgebildet, sondern auch von einer und derselben, aber aus sehr entfernten Fundorten stammenden Schwamm-Art Abbildungen gegeben. Ausserdem beabsichtige ich, um anderen Forschern das Studium der Spongillen zu erleichtern das ganze mir zu Gebote stehende Untersuchungsmaterial, an die Museen der Akademien der Wissenschaften zu versenden.

Nur auf solche Weise kann, meiner Meinung nach, die Wissenschaft rasch gefördert werden, wenn jedem Forscher die Möglichkeit geboten wird, die Ansichten und Meinungen seines Vorgängers an den fraglichen Objecten selbst zu prüfen. Ich fordere daher jeden Spongiologen auf, ein Gleiches zu thun, und schlage vor, in Zukunft bei Angabe des Fundortes einer Art zugleich auch das Museum anzugeben, wo die zugehörigen Präparate aufbewahrt werden.

Was mich anbetrifft, so stehe ich mit meinen Präparaten allen denjenigen Akademien zu Diensten, die mich mit einer Aufforderung beehren, was sehr leicht durch den zoologischen Anzeiger geschehen kann.

Das mir zu Gebote stehende Untersuchungsmaterial an Spongillen stammt fast ausschliesslich aus Russland und zwar von verschiedenen, weit von einander entfernten Orten (Kamtschatka, Kaukasus, Livland etc.); von einigen Fundorten liegen mir nur sehr kleine Proben vor, die mir von meinen Freunden und Bekannten in Briefen zugeschickt wurden; aus anderen Gegenden dagegen habe ich sehr hübsche und vollständige Exemplare, so dass ich mein Material, in gewisser Beziehung, für sehr vollständig halten kann. Sehr zu bedauern

1) Cfr. Gray № 35; Carter № 17.

ist es, dass mein Material verhältnissmässig nur wenige Fundorte repräsentirt und ausserdem, dass ich fast kein Vergleichungsmaterial aus Centraleuropa besitze[1]).

In Bezug auf die Nomenclatur und Systematik der Spongillen schliesse ich mich der Meinung Carter's an, d. h. ich nehme seine vortreffliche Abhandlung[2]) zum Muster für die Classification und Beschreibung der europäischen Arten an.

Bevor ich zur speciellen Beschreibung der einzelnen Spongillen-Arten schreite, halte ich es für zweckmässig, eine allgemeine Betrachtung des von mir untersuchten Materials vorauszuschicken. Werfen wir einen Blick auf die beigegebenen Abbildungen (cfr. Erklärung der Figuren, weiter unten) so muss daraus geschlossen werden, dass wir mit zwei verschiedenen Gattungstypen zu thun haben, und zwar stellen die Figg. 4, 6, 7, 10 und 12 den einen und die Figg. 1, 2, 3, 5, 8 und 9 den zweiten Gattungstypus dar. Die Gemmulae des ersten Typus (cfr. Fig. 6 *a* — *b* und 12 *a* — *b*) sind mit Belegnadeln, die des zweiten (cfr. Fig. 3 *a*, 3 *d* und Fig. 9) mit Amphydisken versehen, bei welchen die beiden Endscheibchen gleich gross sind. In Folge dessen entspricht der erstere dem Genus *Spongilla* Carter et Auct.[3]), der zweite dem Genus *Meyenia* Carter (l. c. p. 90) = *Ephydatia* Lamour. (Auct.).

Bezüglich der Arten-Typen (Species), haben wir in der ersten Gattung (*Spongilla*) zwei Species: 1) *Sp. lacustris* Carter (l. c. p. 87) und 2) *Sp. sibirica* Dybowski[4]). Für die *Sp. lacustris* vergl. die Figg. 4, 6, 10 und 7, für die *Sp. sibirica* dagegen die Fig. 12. Aus der Vergleichung der Figuren gehen hinreichend die Hauptunterschiede jener Arten von einander hervor, in Hinsicht der übrigen Details, weise ich auf die nachfolgende Beschreibung (vergl. weiter unten). Die zweite Gattung (*Meyenia*) zeigt eine viel grössere Mannigfaltigkeit der Formen, als die vorhergehende.

Betrachten wir zuerst die Amphydisken in Bezug auf ihre Gestalt, so ergiebt sich, dass wir zwei typische Formen derselben erkennen müssen:

I) Amphydisken mit sehr zahlreichen Zacken am Rande der Endscheibchen (cfr. Figg. 3 *a* — *b*, 5 *a* — *b*, 9 — 9 *a*).

II) Amphydisken mit weniger zahlreichen Zacken am Rande der Endscheibchen. (Cfr. Figg. 1 *a* — *b*, 2 *a* — *b*).

---

1) Aus der Umgegend von Breslau verdanke ich einige Echantillons dem Herrn Prof. Dr. Ed. Grube, aus der Umgegend von Krakau (Weichsel) und Tarnopol (aus einem Binnensee) dem Hrn. Prof. Dr. A. Wierzejski in Krakau.

2) Carter, Hist. and Classific. of the known Spec. of Spongilla (Ann. and Magaz. of Nat. hist. 5th Ser. Vol. 7. 1881).

3) Cfr. Carter, Hist. and Classific. etc. p. 86.

4) Cfr. Dybowski, Studien über die Spongien des Russischen Reiches (Mém. de l'Acad. de Sc. de St. Pétersb. Sér. 7. T. 27. № 6. p. 66).

Gehen wir zur weiteren Betrachtung der für die specifische Unterscheidung wichtigen Merkmale über, so haben wir jetzt die Skelettnadeln zu untersuchen.

Die Skelettnadeln derjenigen Form, bei welcher die Amphydisken sehr zahlreiche Zacken besitzen (cfr. I oben), treten in zwei verschiedenen Gestalten auf:

A) Glatte (cfr. Figg. 3 *a* und 9) und

B) Mit Stacheln versehene (cfr. Fig. 5 *c*).

In der ersteren Form (cfr. I u. A.) erkennen wir die *Meyenia fluviatilis* (?) der Autoren; die zweite (cfr. I u. B.) scheint der *Meyenia Mülleri* Lieberk. (?) zu entsprechen. Wie die letzte Form, deren Amphydisken mit weniger zahlreichen Zacken am Rande der Endscheibchen versehen sind (cfr. II), zu benennen ist, ist noch unentschieden. In der Literatur ist nichts darüber zu finden; dass man es aber mit einer besonderen Species zu thun hat, scheint mir ganz sicher zu sein. Die stacheligen Skelettnadeln dieser Form, weisen auf die *Spongilla* (*Meyenia*) *erinaceus* Lieberk. hin; letztere soll aber keine Zacken am Rande der Endscheibchen haben (was übrigens von fast keinem der neueren Forscher bestätigt wird)[1], hier aber sind die Zacken vorhanden und ganz anders beschaffen, als bei den vorhergehenden Arten. Wir haben es somit wenigstens mit 5 in Russland vorkommenden Spongilla-Arten zu thun; die specielle Beschreibung dieser Formen lasse ich hier folgen.

Potamospongidae.

Fam. **Spongillina** Carter[2]).

Diagnose. Die Vermehrung geht (ausser der geschlechtlichen Fortpflanzung) durch Gemmulae vor sich, welche in der Gestalt kleiner, kugeliger Körner in sehr beträchtlicher Anzahl dem Schwamm aufsitzen (Carter).

Genus *Spongilla* Carter (et Auct.).

Diagnose. Skelettnadeln lang mit allmählich zugespitzten Enden und vollkommen glatter Oberfläche. Gemmulae mit Belegnadeln, welche in tangentialer Richtung den Gemmulae auflagern.

---

1) Cfr. Czernay № 18.

2) Cfr. Carter, Hist. and Classificat. etc. p. 86.

Sp. 1) **Spongilla lacustris** Carter (et Auct.).

Figg. 4, 4 *b*; 6 *a* — *b*; 7, 7 *a*, 10.

Diagnose. Gestalt: Baumförmig, dichotomisch getheilt, mit flacher, polsterartiger, fremde Körper incrustirender Basis. Farbe: grau-, gelb-, gras-, olivengrün oder braun. Skelett: gitterartig mit reichlicher Bindesubstanz. Skelettnadeln: lange, fast gleichdicke, vollkommen glatte Umspitzer[1]). Parenchymnadeln: kleine, stachlige, gebogene Umspitzer. Belegnadeln[2]): stäbchenförmige, stachelige Umspitzer. Gemmulae[3]): kugelig mit kreisrundem Porus und derber, dunkelbrauner oder gelblicher Membran von feinkörniger Struktur. Oberfläche der Gemmulae entweder glatt, oder mit mehr oder weniger zahlreichen Belegnadeln bedeckt.

Fundort: 1) Aus dem Wasser eines abgedämmten Flüsschens auf dem Gute Ludwinow (Gvnt. Minsk, Kreis Ihumen) zahlreiche baumförmige Exemplare von graugrüner Farbe mit Gemmulae. An Pfählen und Balken einer Mühle und unter einer Brücke (Herbst 1876. C. v. Kotowicz).

2) In dem Flusse Aa bei der Stadt Wolmar (Livland) zahlreiche baumförmige Exemplare von gelblich-grüner Farbe, mit Gemmulae; an Steinen. (Frühjahr 1848. Heinr. Schwabe).

3) Aus einem langsam fliessenden Bache bei Cardis (Livland) drei kleine, baumförmige Exemplare von hellgrüner Farbe, ohne Gemmulae. An Steinen und Holzstücken (Stud. Bunge. Sommer 1877).

4) Aus dem Heiligen-See (Livl.). Zahlreiche kleine Exemplare von dunkelgrüner Farbe mit Gemmulae. Der Schwamm ist entweder flach ausgebreitet und incrustirt kleine Kohlen- oder Holzstückchen, oder überzieht Holzstäbchen und Baumreiser (Sommer 1877. Gymnasiast Valer. v. Koloboff).

5) Süd-Russland (Fundort ?). Zahlreiche Bruchstücke von sehr dicken und harten Stämmchen von brauner Farbe (Prof. Dragendorff).

6) Finnischer Meerbusen bei St. Petersburg. Ein Aestchen mit sehr zahlreichen Gemmulae ohne Belegnadeln (Dr. O. Grimm 1876).

7) Tschaldyr-See (Kaukasus). Eine kleine Probe mit Gemmulae (1880. Dr. A. Brandt).

8) Pachabicha-See (Sibirien, an der SW-Spitze des Baikalsees). Zahlreiche kleine, baumförmige Exemplare von smaragdgrüner Farbe mit Gemmulae (Dr. B. Dybowski 1876).

---

1) Cfr. O. Schmidt, Spongien des adriat. Meeres.
2) Cfr. Lieberkühn № 61.
3) Statoblasts, Seed-like bodies, winter-eggs, ovisacs (d. Engländer).

9) Chalaktir-See (Kamtschatka, nicht weit von Petropawlowsk). Eine kleine Probe von smaragdgrüner Farbe mit Gemmulae[1]) (Dr. B. Dybowski, Sommer 1880).

10) Umgebung von Breslau (Schlesien). Ein Echantillon mit Gemmulae (Prof. Dr. Ed. Grube. Sommer 1876).

11) Umgebung von Warschau (Polen). Eine kleine Probe mit Gemmulae (Prof. Dr. Ganin 1877).

12) Aus dem Flusse Merra (beim Gute Haselau, 9 Werst von Dorpat. J. Klinge 1877 im Sommer). Ein Exemplar mit flacher Basis und zahlreichen, dicht neben einander stehenden, kurzen Auswüchsen; hell gras-grün, ohne Gemmulae. Im frischen Zustande giebt der Schwamm einen widerlichen Geruch von sich. Das getrocknete Exemplar ist isabellfarbig und geruchlos.

13) Liman- und Tschaika-See (Gvnt. Charkow) Cfr. Czernay № 18. p. 3.

14) Goktscha-See. Eine ganz kleine Probe mit Gemmulae. (Prof. Dr. Kessler 1876)

15) Aus dem Flusse Dnjepr (Liman) eine kleine Probe mit Gemmulae (Dr. Ganin 1876).

16) Aus der Weichsel (bei Krakau) und aus einem See bei Tarnopol; kleine Proben mit Gemmulae (Prof. Dr. A. Wierzejski 1880).

17) Aus einigen, nicht näher angegebenen Fundorten der Gvnts. Minsk und Wilna.

Beschreibung. Die gewöhnliche Form, in welcher die in Rede stehende Spongille auftritt, ist die eines dichotomisch verzweigten Bäumchens, mit aufrecht stehenden oder unter einem stumpfen Winkel vom Hauptstamm abgehenden Aesten. Der Stamm sowohl, als auch die Aestchen sind cylindrisch; die Aestchen sind an der Spitze dünner und abgerundet. Mitunter findet man ziemlich grosse Baumreiser so vollkommen von der Spongille überzogen, dass man bei oberflächlicher Betrachtung eines solchen Schwammes den eingeschlossenen Fremdkörper kaum vermuthet (Gut Ludwinow, Heiligen-See).

Die Stämmchen kommen bald vereinzelt vor (Ludwinow, Pachabicha), bald aber stehen

1) Die aus dem Chalaktir-See stammende kleine Probe des Schwammes zeigt genau dieselbe Structur, wie sie der europäische Schwamm derselben Art (*Sp. lacustris*) besitzt, d. h. die Spicula sind spindelförmig und glatt, die Parenchymnadeln sind kleine, stachelige Umspitzer (cfr. Fig. 4 *a* und die Beschr. weiter unten); dagegen sind die wenigen Gemmulae des Kamtschadalischen Schwammes durchaus verschieden von denen des europäischen Schwammes (cfr. Figg. 4 *a* u. 6 *b*). Mir scheinen diese Gemmulae eher einem, mir unbekannten Moosthierchen, als dem in Rede stehenden Schwamm anzugehören. Ich kenne bei Schwämmen keine ähnlichen mit Auswüchsen (cfr. Fig. 4 *a* bei β u. γ) versehenen Gemmulae, dagegen scheint bei Bryozoen dies keine seltene Erscheinung zu sein (cfr. Carter № 12. Tab. 8. Figg. 8, 15 *l*; Bronn № 6. Bd. 3. 1. Tab. III. Fig. 1. B.). Dass ich diese Statoblasten der Bryozoen am Schwamm haften fand, glaube ich dem Zufall zuschreiben zu müssen. Die im Wasser befindlichen Statoblasten können vermittelst ihrer mit Widerhäkchen (cfr. Fig. 4 *a* bei γ) versehenen Auswüchse leicht an fremden Körpern haften und sind wohl nur zufällig auf den Schwamm gerathen. Das einzige, was mich bedenklich macht, ist der Umstand, dass ich vier gleichgestaltete (Fig. 4 *a*) Statoblasten in einer kleinen Schwammprobe gefunden habe. Eine allendliche Entscheidung mag der Zukunft vorbehalten bleiben.

mehrere dicht neben einander, so dass gleichsam ein Strauch gebildet wird (Wolmar, Cardis, Krakau, Tarnopol).

Die Basis eines Stämmchens ist flach ausgebreitet und incrustirt fremde Körper, wie Steine, Holzblöcke, die Oberfläche von Pfählen und Balken (Pachabicha, Ludwinow). Die Richtung des Stammes ist nicht immer aufrecht, sondern mitunter auch wagerecht. Setzt sich ein Schwamm an der Oberfläche eines Pfahles an, so bildet er sich wagerecht aus; nur auf diese Weise kann er stets unter dem Wasserspiegel bleiben. Zuweilen bildet der Schwamm einen kriechenden, cylindrischen Stamm (Pachabicha-See) oder eine flache Basis (Merra-Fluss), von welchen zahlreiche aufrecht stehende Aestchen und Auswüchse emporsteigen. Es liegen mir ausserdem zahlreiche, grössere und kleinere Exemplare vor, welche als Ueberzug auf Kohlenstückchen, Holzsplittern, kleinen Steinchen, Stückchen von Baumrinde und von cylindrischen Holzstäbchen, vorkommen (Heiligen-See, Ludwinow, Niankow); offenbar sind es junge, unausgebildete Schwämme.

Die Farbe der *Sp. lacustris* ist grau-, gras-, gelblich-grün in verschiedenen Nuancen bis braun, oder schmutzig grau.

Maassangaben.

	№ 1[1]		№ 2		№ 3		№ 4.	
Höhe des Stammes	17	Ctm.	8,8	Ctm.	15,5	Ctm.	8	Ctm.
Dicke des Stammes an der Basis	2,2	»	0,5	»	0,6	»	1,3	»
Dicke des Stammes im oberen Theil	0,8	»	0,5	»	0,8	»	1,0	»
Länge der Aeste........	4 — 8	»	3,5 — 4	»	3,2 — 7,3	»	3,5 — 5,2	»
Dicke der Aeste.	0,3 — 0,5	»	0,4 — 0,7	»	0,3 — 0,7	»	0,3 — 0.7	»

In Bezug auf den feineren Bau der Spongilla sind zu vergleichen: Lieberkühn, Metschnikoff, Carter, Ganin etc. (cfr. Verzeichn. der Literatur, weiter unten).

Das Skelett der *Spongilla lacustris* besteht aus Längs- und Querfasern, welche zu einem ziemlich regelmässigen, rechtwinkligen Gitterwerk verbunden sind. Die Dicke der Längsfasern beträgt: 0,030 — 0,100 Mm., die Dicke der Querfasern 0,020 — 0,050 Mm.

Die Fasern des Skelettes bestehen: aus Bindesubstanz (Hornsubstanz Auct.) und aus Nadeln oder Skelettnadeln (Spicula).

Die Bindesubstanz lässt sich an tingirten[2]) Präparaten ganz deutlich erkennen. Sie

1) № 1. Aus Ludwinow, № 2. Cardis, № 3. Wolmar, (strauchartig), № 4. Pachabicha-See (Kriechender Stamm mit aufrecht stehenden Aesten).

2) Zur Tinction der Präparate gebrauche ich eine alcoholische Lösung von Eosin. Ich muss betonen, dass die Färbung auffallend gut gelingt, wenn man zum Eosin ein Minimum von concentrirter Kalilauge hinzuthut. Dadurch wird das sonst rosenrothe Präparat schön carminroth gefärbt.

erscheint als eine sehr dünne, strukturlose Membran, welche an den Längsfasern die Nadelbündel vollkommen einhüllt, an den Querfasern dagegen meistentheils nur da auftritt, wo die Querfasern von den Längsfasern abgehen (vid. Fig. 10 *a*). Die Binde- oder Hornsubstanz der *Sp. lacustris* löst sich in Kalilauge nicht auf. Man kann ein Stückchen derselben sehr lange in verdünnter Kalilösung kochen, ohne dass die Skelettnadeln auseinander fallen, und man findet stets in der Flüssigkeit ein weisses federbusch-ähnliches Stückchen hin und her flottiren. Färbt man solch ein Stückchen, so hat man ein zierliches Präparat zum Studium der Hornsubstanz. Kocht man ein Schwammstückchen in einer möglichst stark concentrirten Kalilösung, so lösen sich die kieseligen Skelettnadeln bis auf kleine Trümmer auf, die Hornsubstanz dagegen wird nicht angegriffen. An solch einem gut tingirten Präparate erkennt man, dass die Skelettfasern aus Hornsubstanz gebildet sind, innerhalb welcher zahlreiche Lücken statt der (jetzt aufgelösten) Skelettnadeln sichtbar sind (cfr. Fig. 4 *c*).

Die Skelettnadeln haben eine eigenthümliche und charakteristische Form: sie sind lang, überall gleich dick, vollkommen glatt und nur an beiden Enden etwas zugespitzt (cfr. Figg. 6 u. 7). Missbildungen der Skelettnadeln lassen sich sehr oft bemerken, es kommen vor: stumpfspitze, x-förmige, hakenförmige, kreuzförmige, in der Mitte aufgetriebene etc.[1]). Dagegen habe ich mit Stacheln versehene Skelettnadeln, unter Hunderten von Präparaten, nicht gefunden. Solche, wie Czernay (№ 18) abgebildet hat, kommen nur an geglühten Präparaten vor.

Die kieseligen Skelettnadeln lösen sich in concentrirter Kalilauge vollkommen auf; in weniger concentrirter Kalilauge werden zuerst die beiden Endspitzen angegriffen, dann schreitet die Auflösung immer weiter und weiter fort, so dass man, an starkgekochten Präparaten, lauter Trümmer von verschiedener Grösse findet (cfr. 4 *d* α. β.). Der Centralcanal wird dabei bedeutend erweitert und nimmt an beiden Enden die Form eines Trichters an (cfr. 4 *d* β).

Innerhalb des Parenchyms der *Spongilla lacustris* kommt noch eine andere Art von kieseligen Nadeln, die sog. Parenchym-Nadeln vor.

Die Parenchym-Nadeln sind sehr klein (cfr. unten Maassangaben), schwach gekrümmt, an beiden Enden fein zugespitzt und an ihrer Oberfläche mit dichten, unregelmässigen Erhabenheiten bedeckt (cfr. Figg. 6 *a*, β u. 4 β).

Sie sind innerhalb des Parenchyms unregelmässig zerstreut und kommen bald gruppenweise angehäuft, bald vereinzelt vor. Die Anwesenheit der Parenchym-Nadeln ist für die *Spongilla lacustris* besonders charakteristisch, weil sie bei keiner andern europäischen Art in dieser Form vorzukommen pflegen. (cfr. Carter № 17).

Die Gemmulae sind kugelrund, 0,40 — 0,62 Mm. im Durchmesser. Der Porus ist kreisrund, von einem etwas hervortretenden Rande umgeben und 0,084 Mm. im Durch-

1) Cfr. Dybowski, № 24. Tab. II. fig. 1. u. Tab. IV, Figg. 13, 18 u. a.

messer. Mitunter findet man ausser dem Porus noch einige (2—3) kleinere, rundliche Oeffnungen, deren Lage unbestimmt ist (Cfr. Carter № 17. Tab. V fig. 5 bis c.). — Die Gemmulae sind schmutzig gelb oder braun gefärbt und bestehen aus einer derben, in Kalilauge unlösbaren Membran von feinkörniger Structur (cfr. Fig. 6 *b*). Die Oberfläche der Gemmulae ist entweder ganz glatt (Finnischer Meerbusen, Goktscha-See) oder mit kleinen Nadeln (Belegnadeln) bedeckt. Die Belegnadeln, welche tangential zur Oberfläche stehen, sind regellos zerstreut: sie kommen entweder in sehr beträchtlicher Anzahl dicht neben einander gedrängt vor, (Ludwinow, Südrussland), oder es sind nur sehr wenige vorhanden (Tschaldyr-See); mitunter fehlen die Belegnadeln gänzlich (Finnischer Meerbusen, Goktscha-See, Ludwinow, Wilna). — Die Belegnadeln sind klein (cfr. Maassangaben weiter unten), entweder ganz gerade (cfr. Fig. 6 *a*, *α*) und an beiden Enden mehr oder weniger stumpf abgerundet, oder gekrümmt (cfr. Fig. 6 *b*); die Oberfläche dieser Nadeln ist mit Stacheln versehen, welche gegen beide Enden viel dichter stehen, als in der Mitte der Nadel (cfr. Fig. 6 *a α*).

Maassangaben[1]).

	Fundort: Süd-Russland.					Fundort: Pachabicha-See.					Fundort: Finnischer Meerbusen.				
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
Länge der Skelettnadeln.....	0,184	0,182	0,200	0,178	0,176	0,250	0,232	0,230	0,220	0,200	0,150	0,154	0,114	0,130	0,160
Dicke der Skelettnadeln	0,008	0,008	0,008	0,008	0,010	0,010	0,008	0,008	0,009	0,008	0,004	0,004	0,002	0,004	0,004
Länge der Parenchym-Nadeln	0,060	0,090	0,062	0,066	0,050	0,054	0,050	0,066	0.038	0,056	0,040	0,042	0,042	0,056	0,040
Dicke der Parenchym-Nadeln	0,009	0,002	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,0016	0,002
Länge der Belegnadeln......	0,034	0,056	0,026	0,044	0,032			0,050 — 0,024 Mm.					Belegnadeln fehlen.		
Dicke der Belegnadeln	0,004	0,004	0,028	0,004	0,002			0,004 — 0,002 »							

Durchmesser der Gemmulae 0,400 Mm. — 0,280 Mm.
» des Porus 0,004 » — 0,003 »

Sp. 2) **Spongilla sibirica** n. sp.

Fig. 12 *a—c* u. 12 *α—η*.

1880. *Spongilla sibirica* Dybowski № 24. p. 66.

Diagnose. Gestalt: ein flach lamellen- oder polsterartiger, fremde Körper incrustirender Schwamm. Farbe: gelblich-grün. Skelett: gitterartig mit schwach entwickelter

1) Alle Messungen sind mit dem Hartnack'schen Object. № 8, Okular № 4 ausgeführt, wobei der Tubus nicht ausgezogen war.

Hornsubstanz. Skelettnadeln: lange, vollkommen glatte Umspitzer. Parenchym-Nadeln: kleine, glatte Umspitzer (von der Gestalt der Skelettnadeln) Belegnadeln: stäbchenförmige, stachelige Umspitzer. Gemmulae: kugelig mit kreisrundem Porus und zweischichtiger Membran. Die Belegnadeln sind in eine zellige, sehr dünne und durchsichtige äussere Schicht der Membran (Belegmembran) eingebettet, welche eine andere, dicke, gelbliche und strukturlose untere (innere) Schicht derselben überzieht.

Fundorte: 1) Pachabicha-See (an der SW-Spitze des Baikal-Sees), zahlreiche Exemplare mit Gemmulae (Dr. B. Dybowski 1875).

2) Tschaldyr-See (Kaukasus) eine kleine Probe mit Gemmulae (Dr. A. Brandt 1880).

Beschreibung. Der Schwamm erscheint in der Form von flach ausgebreiteten, lamellen- oder polsterartigen Stücken, welche auf verschiedenen fremden Körpern festsitzen. Die Grösse des Schwammes ist sehr verschieden; das grösste mir vorliegende Exemplar hat eine nahezu platte Gestalt, und misst in einer Richtung 12,3 Ctm., in der anderen 8,5 Ctm.; die Dicke misst: in der Mitte 0,9 Ctm., am Rande dagegen nur 0,2—04 Ctm. Die meisten Exemplare sind dagegen ganz klein und dünn; sie sitzen bald an Grashalmen, bald an vertrockneten Baumblättern oder an Splittern von Fichtenrinde fest. In Betreff seiner Consistenz ist der Schwamm sehr hart, aber brüchig und lässt sich zwischen den Fingern zu Pulver zerreiben. Die Farbe des Schwammes ist an Spiritusexemplaren grün oder gelblich grün, die trockenen Exemplare dagegen sind mehr oder weniger dunkelbraun oder isabellfarbig.

Bei Betrachtung mit blossem Auge erscheint der Schwamm sehr porös. Die obere fast ganz ebene Fläche des Schwammes zeigt mässig grosse rundliche Poren (Dermalporen), zwischen welchen ziemlich zahlreiche, in unregelmässigen Abständen von einander befindliche, runde Oscula zerstreut sind. Der Durchmesser der Oscula beträgt 3—4,5 Mm., der Abstand derselben von einander schwankt zwischen 4 und 22 Mm. Auf der unteren Fläche desselben bemerkt man eine dünne, grünliche Membran, welche entweder unmittelbar an die Schwammsubstanz sich anlegt, oder durch 1—3 Schichten dicht neben einander liegender Gemmulae von dem Schwamm selbst getrennt ist, mitunter aber gänzlich fehlt.

Das Skelett ist gitterartig; die Hornsubstanz hüllt die Fasern fast vollkommen ein, erscheint aber als sehr zarte und dünne Membran. Die Skelettnadeln sind vollkommen glatte Umspitzer. Die Nadeln sind in der Gestalt denjenigen von *Spongilla lacustris* ähnlich (cfr. Fig. 12 *c*), unterscheiden sich von denselben aber durch geringere Dimensionen (vergl. Maassangaben unten).

Unter den normalen Nadeln lassen sich öfters Missbildungen bemerken, welche eine ganz eigenthümliche und complicirte Form haben (cfr. Fig. 12 δ u. η). Innerhalb des Parenchyms kommen sehr kleine und zarte Nadeln vor (cfr. 12 β), die aber keineswegs von den Skelettnadeln verschieden sind; sie haben genau dieselbe Gestalt, wie die Skelettnadeln, sind glatt und umspitzig und unterscheiden sich von denselben nur durch ihre bedeutend geringeren Dimensionen (cfr. Maassangaben). Diese Parenchym-Nadeln liefern ein sehr gutes

Merkmal zur Unterscheidung des in Rede stehenden Schwammes von dem vorhergehenden (*Sp. lacustris*), weil letzterer stachelige Parenchym-Nadeln besitzt (cfr. Fig. 12 β u. Fig. 7 *a*, 6 *a* β). Die Gemmulae sind kugelig mit rundem Porus. Der Durchmesser der Gemmulae beträgt 0,050 — 0,060 Mm., der Durchmesser des Porus 0,006 Mm.

Die Gemmulae nehmen stets die untere Fläche des Schwammes ein und liegen in 1 – 3 Schichten so dicht neben einander, dass die Basis des Schwammes mit Gemmulae gleichsam gepflastert erscheint. Mitunter sitzen die Gemmnlae gruppenweise der Basalmembran des Schwammes auf, nie aber kommen sie in der Substanz des Schwammes vor, wie das bei anderen Spongillen der Fall ist.

Die Struktur der Gemmulae der *Spongilla sibirica* ist ganz verschieden von der aller anderen sowohl europäischen, als auch exotischen Spongillen (cfr. Carter № 17). Die Gemmulae der *Sp. sibirica* bestehen aus 2 Schichten. Die innere Schicht ist eine derbe, strukturlose, gelbliche Membran, die äussere dagegen ist sehr dünn, farblos und durchsichtig; sie besteht aus kernlosen, polygonalen 0,006 — 0,009 Mm. grossen Zellen; diese äussere Schicht (Belegmembran) lässt sich durch einen Druck auf das Deckgläschen von der darunter befindlichen Schicht leicht trennen; sie löst sich von derselben, sammt den in dieselbe eingebetteten Belegnadeln, vollkommen ab (cfr. Fig. 12 *b*).

Die Belegnadeln sind stäbchenförmig mit dicken, abgerundeten Enden und stacheliger Oberfläche (cfr. Figg. 12 *b* und 12 *a*).

Maassangaben.

	Fundort: Pachabicha-See.				
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
Länge der Skelettnadeln	0,198	0,198	0,189	0,189	0,180
Dicke der Skelettnadeln	0,009	0,006	0,0065	0,006	0,006
Länge der Parenchym-Nadeln	0,105	0,096	0,093	0,080	0,066
Dicke der Parenchym-Nadeln	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003
Länge der Belegnadeln	0,060	0,050	0,045	0,039	0,036
Dicke der Belegnadeln	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004

Genus *Meyenia* Carter.

Diagnose. Skelettnadeln mehr oder weniger lang gestreckt, mit zugespitzten Enden, entweder glatt, oder mit Stacheln bedeckt. Gemmulae mit Amphydisken, deren Endscheibchen am Rande gezackt sind.

Bemerkung. Unter den mir vorliegenden russischen Spongillen lassen sich 3 typische Formen erkennen, welche meiner Ansicht nach als besondere Arten der Gattung

Meyenia angesehen werden müssen; ausserdem unterscheide ich noch zwei Varietäten, die durch Localverhältnisse bedingt zu sein scheinen.

Wie sich die russischen Arten zu den mittel- und südeuropäischen verhalten, kann ich nicht sagen, weil mir sowohl das Vergleichungsmaterial, als auch die nöthige Literatur gegenwärtig fehlt. Es ist vielleicht möglich, dass die einzelnen bereits von den Autoren aufgestellten und benannten Arten mit den russischen Arten identisch sind, oder Namen erhalten haben, welche auf die russischen Arten angewandt werden müssen. Um Missverständnissen vorzubeugen, werde ich den hier zu beschreibenden Arten keine Namen geben, sondern sie mit Nummern bezeichnen.

№ 1[1]).

Cfr. Figg. 3 *a—c* und 9 *a—b*.

Diagnose. Gestalt: flach ausgebreitet, polster- oder lamellenartig. Farbe: hellgrün oder gelblich. Skelett: gitterartig mit schwachentwickelter Hornsubstanz. Skelettnadeln: lange, glatte Umspitzer. Gemmulae: kugelig mit rundem Porus. Amphydisken mit vielzackigen, tief eingeschnittenen Rändern der Endscheibchen.

Fundorte: 1) Süd-Russland. Zahlreiche Bruchstücke von sehr weicher Consistenz mit Gemmulae (Prof. Dr. Dragendorff).

2) Aus dem Flusse Woo unter der Mühle bei Linna-Möggi (Livland). Zahlreiche meist kleine, flache, polsterartige Exemplare mit einigen wenigen Gemmulae (Stud. P. v. Koloboff, 1877).

Beschreibung. Der Schwamm bildet unregelmässig gestaltete, mehr oder weniger grosse, flache Polster, welche verschiedene fremde Körper incrustiren. Im frischen Zustande ist der Schwamm grün gefärbt, weich, sehr fein porös und ziemlich consistent, leistet jedoch einen sehr geringen Widerstand beim Zerreissen in kleine Stücke. Die in Alcohol aufbewahrten Exemplare verlieren ihre grüne Farbe und werden gelblich oder isabellfarbig. Die getrockneten Exemplare sind hell isabellfarbig und ziemlich hart, lassen sich jedoch sehr leicht zu einem feinen Pulver zwischen den Fingern zerreiben; beim Antasten erscheinen sie auffallend zart und fein. In kochenden Alkalien löst sich der Schwamm vollkommen auf, auch die kieseligen Nadeln werden sehr stark angegriffen; sie verlieren ihre spitzen Enden zuerst, wobei der Centralkanal, an beiden Enden der aufgelösten Nadeln, trichterförmig erweitert wird.

Die Struktur der getrockneten Exemplare erscheint dem blossen Auge fein und dicht. Mit Hülfe einer Lupe bemerkt man auf der glatten, aber unebenen (hügeligen) Oberfläche des Schwammes sehr kleine, unregelmässig gestaltete Dermalporen, zwischen welchen

1) Diese Art (№ 1) scheint mir die *Spongilla (Meyenia) fluviatilis* (Auct.) zu sein.

grössere rundliche Oscula in unregelmässigen Abständen auftreten; auf Durchschnitten zeigt der Schwamm ein sehr zartes Gitterwerk von Längs- und Querfasern.

Der Durchmesser der Oscula beträgt 0,5—1,3 Mm., die Entfernung derselben von einander schwankt zwischen 3 und 9 Mm.

Die Gastralporen (Haeckel) lassen sich als ziemlich grosse rundliche, die Wände der Gastralcanäle (Idem) durchbohrende Löcher deutlich bemerken, wenn man mit Hülfe einer Lupe in die Oeffnung eines Osculums hineinschaut.

Das Gerüst dieser Spongille besteht, wie das Microscop lehrt, aus einem sehr zarten Gitterwerk mit mehr oder weniger regelmässigen viereckigen Maschen. Innerhalb der Fasern liegen die Skelettnadeln in Bündeln zu 3 — 7 dicht und parallel neben einander. Das Horngebilde ist sehr zart und sparsam entwickelt. Meistentheils kommt es nur an beiden Enden der Nadelbündel vor, wodurch eben die einzelnen Bündel zu Faserzügen und letztere zum Gerüst zusammengekittet werden. Nur selten sind die ganzen Nadelbündel von Hornsubstanz eingehüllt. Beim Kochen in Alkalien löst sich der Schwamm sofort auf, so dass die Skelettnadeln auseinanderfallen.

Die Skelettnadeln sind umspitzig, spindelförmig mit vollkommen glatter Oberfläche. Sie sind von denen der *Sp. lacustris* nicht zu unterscheiden.

Innerhalb des Parenchyms bemerkt man kleine und dünne umspitzige Nadeln, welche gleichsam unausgebildete Skelettnadeln (Carter) darstellen. Ob diese Nadeln als Analoga der dornigen Parenchym-Nadeln von *Sp. lacustris* (cfr. Fig. 4 α) anzusehen sind, wage ich nicht zu entscheiden. Durch die Abwesenheit jener dornigen Nadeln lässt sich jedenfalls die *Spongilla* (*Ephydatia*) *fluviatilis* von der *Sp. lacustris* unterscheiden.

Die Gemmulae sind kugelig mit rundem Porus. Die Amphydisken sind in verticaler Richtung dicht neben einander gestellt und bedecken die Oberfläche der Gemmulae fast vollständig, so dass nur kleine Lücken dazwischen frei bleiben (cfr. Fig. 3 *d*).

Die Amphydisken sind ferner mit Zacken versehen. Die Zacken sind tief eingeschnitten, zugespitzt und in beträchtlicher Zahl vorhanden.

Die Zahl derselben ist nicht beständig und schwankt zwischen 18 und 25, ausserdem sind sie ungleich lang und bald isolirt, bald unter einander verbunden (cfr. Figg. 3 *a* und 9) woher die Gestalt der einzelnen Sternchen sehr mannichfaltig wird, so dass unter Hunderten derselben nicht zwei ganz gleiche zu finden sind.

Maassangaben.

	Fundort: Süd-Russland.					Fundort: Woo-Fluss.				
	Skelettnadeln.					Skelettnadeln.				
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Länge	0,255	0,240	0,240	0,225	0,210	0,176	0,174	0,170	0,164	0,158
Dicke	0,015	0,012	0,009	0,009	0,009	0,008	0,006	0,006	0,005	0,006
	Amphydisken.									
	mm	mm	mm	mm	mm					
Länge	0,018	0,016	0,014	0,012	0,010					
Dicke	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002					
	Endscheibchen der Amphydisken.									
Durchmesser der Endscheibchen	mm 0,014 — mm 0,018									
Durchmesser des ungezackten Theils	0,006 — 0,008									
Zahl der Zacken	18 — 25									

Bemerkung. Wie die beigebenen Abbildungen veranschaulichen (cfr. Fig. 9 und 3), sind die beiden, aus verschiedenen Fundorten (Livland und Süd-Russland) stammenden Schwämme nicht identisch, sondern bieten folgende Verschiedenheiten dar:

1) Die Skelettnadeln sind verschieden gross (cfr. Fig. 9 *a* und 3 *c*; und Maassangaben).

2) Die Endscheibchen der Amphydisken sind verschieden gestaltet (cfr. Fig 9 und Fig. 3 *a*).

3) Die Gestalt der Amphydisken ist verschieden (cfr. Fig. 9 *b* und 3 *b*).

Ob diese Merkmale von Wichtigkeit oder nur local bedingte Verschiedenheiten sind, das zu entscheiden, muss der Zukunft überlassen werden.

№ 2.

Cfr. Figg. 5 *a*—*c*, 8 *a*—*b*, 11 α—β.

Diagnose. Gestalt: flache, ziemlich dünne lamellenartige Schwämme überziehen verschiedene Fremdkörper. Farbe: hellgrün oder weisslich. Skelett: gitterartig mit schwach entwickelter Hornsubstanz. Skelettnadeln: spindelförmig und in der Regel mit kleinen Stacheln, bis auf die beiden spitzzulaufenden glatten Enden, bedeckt; mitunter kommen

vollkommen glatte Skelettnadeln dazwischen vor. Gemmulae kugelig mit rundem Porus. Amphydisken: mit vielzackigen, flacheingeschnittenen Rändern der Endscheibchen.

Fundorte: 1) Aus dem Flusse Brok (Nebenfluss vom Bug, Gvnt. Lomza, Kreis Mazowieck in Polen). Zwei sehr kleine Exemplare, welche an Grashalmen festsitzen; mit Gemmulae (Dr. B. Dybowski 1879).

2) Aus dem Flusse Dnjepr (Liman) eine kleine Probe, ohne Gemmulae (Prof. Dr. Ganin 1875).

3) Aus dem Flusse Orro[1]) (auf dem Gute Pühhajöggi in Estland). Zwei kleine Echantillons mit einigen wenigen im Parenchym befindlichen Gemmulae (P. v. Koloboff 1878).

Beschreibung. Dieser Schwamm ist mir nur in einigen kleinen und zarten Exemplaren, die aber von verschiedenen Fundorten (cfr. oben) herstammen, bekannt. Derselbe erscheint als ein dünner und zarter Ueberzug auf Grashalmen, Wasserpflanzen, vertrockneten Blättern oder auf kleinen Splittern von abgefallener Baumrinde; die Farbe des Schwammes ist entweder hellgrün, oder weisslich. Die Struktur des Skelettes stimmt mit der der vorhergehenden Art (cfr. № 1) überein. Die Amphydisken sind ebenfalls denen der vorhergehenden Art ähnlich und gehören zu dem Typus[2]) mit vielzackigen Rändern der Endscheibchen (cfr. Figg. 5, 5 *b*, 8 *a* u. 9, 9 *b*). Der Hauptunterschied zwischen den beiden Formen (№ 1 u. № 2) besteht einzig und allein in der Gestalt und Beschaffenheit der Skelettnadeln.

Die Skelettnadeln von der *Ephydatia* № 1 (wahrscheinlich *Eph. fluviatilis* Auct. vergl. oben) sind stets glatt und haben eine langgestreckte, schlanke und fast stäbchenförmige Gestalt, die Skelettnadeln der *Ephydatia* № 2 (*Eph. Mülleri*?) dagegen sind verhältnissmässig viel dicker und kürzer (cfr. Maassangaben) und ausserdem meistentheils durchweg mit Stacheln bedeckt, was offenbar zur Unterscheidung der beiden Arten von einander ganz genügend ist.

Nachdem ich auf die Unterschiede der beiden Formen (№ 1 u. № 2) von einander hingewiesen habe, gehe ich zur Betrachtung jener Differenzen über, welche durch locale Ursachen hervorgebracht zu sein scheinen, d. h. ich will jetzt die von verschiedenen Fundorten stammenden Exemplare einer und derselben Schwammform (№ 2, *Eph. Mülleri*?) in Betracht ziehen.

---

1) Die ungenauen literärischen Angaben über die europäischen Spongillen erlaubten mir nicht die aus Orro stammenden Exemplare sicher zu bestimmen. Ich habe früher diesen Schwamm für *Spongilla* (*Ephydatia*) *erinaceus* erklärt (Sitzungsbericht d. Naturf. Gesellsch. zu Dorpat 1877), zu welcher Annahme ich durch die Beschreibung der Skelettnadeln von Lieberkühn (cfr. Arch. für Anat. u. Physiol. 1856) verleitet wurde. Jetzt aber, wo ich nicht nur ein beträchtliches Vergleichungsmaterial vor mir habe, sondern auch die Amphydisken von den Orro'schen Exemplaren untersuchen kann, habe ich mich überzeugen müssen, dass die in Rede stehenden Exemplare, eher für *Sp. Mülleri* als für *Sp. erinaceus* anzusehen sind (cfr. Fig. 8 *a*). Die mit glatten Rändern versehenen Amphydisken der *Sp. erinaceus* Lieberk. habe ich bis jetzt nicht gesehen und die Existenz derselben ist nur ein Mal von Czernay (№ 18) bestätigt worden.

2) Diesen Typus: mit vielzackigen Endscheibchen, sehe ich als Gegensatz zu dem mit wenig zackigen Endscheibchen der beiden anderen Arten (cfr. Figg. 1 *a* u. 2 *b*) an.

Als Hauptmerkmal zur Unterscheidung der verschiedenen Spongillen-Arten von einander, ist von allen Autoren ausnahmslos die Gestalt und Beschaffenheit der Skelettnadeln und der Amphydisken oder Belegnadeln anerkannt worden.

Dieses Merkmal ist in der That das einzige, auf welches die Systematik begründet werden kann. Weil aber auch dieses Merkmal unbeständig und schwankend sein kann, so liegt darin eben die Schwierigkeit einer sicheren Unterscheidung der europäischen Spongillen von einander. Eine gewisse Unbeständigkeit der Eigenschaften bieten nun auch die aus dem Flusse Brok und aus Orro stammenden Exemplare dar:

1) Die Skelettnadeln sowohl, als auch die Amphydisken der Brok-Exemplare sind viel grösser, als diejenigen der Exemplare aus Orro (cfr. Fig. 5 u. Fig. 8 und Maassangaben).

2) Die Stacheln an den Skelettnadeln der Orro-Exemplare (Fig. 8) sind viel kleiner, aber bedeutend dicker, als an denen aus dem Brok (Fig. 5).

3) Bei den Brok-Exemplaren kommen sowohl glatte, als auch stachelige Skelettnadeln vor, während bei denen aus Orro keine glatten Nadeln zu finden sind.

4) Die Amphydisken der Brok-Exemplare sind verschieden gross, die kleinsten aber sind noch viel grösser, als diejenigen der Orro-Exemplare (cfr. Maassangaben).

5) Die Gestalt der Endscheibchen (der Amphydisken) bei beiden Schwämmen ist keineswegs gleich (Cfr. Fig. 8 *a* u. Fig. 5 *b*).

Ein Vergleich der Schwämme mit solchen von verschiedenen anderen Fundorten, besonders aber mit südeuropäischen, ist sehr wünschenswerth, denn nur auf diese Weise werden wir zu sicheren Resultaten in Betreff der systematischen Eintheilung der Spongillen gelangen können.

Maassangaben.

	Fundort: Orro-Fluss.					Fundort: Fluss Brok.				
	Skelettnadeln.					Skelettnadeln.				
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.
	mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
Länge	0,170	0,168	0,160	0,150	0,132	0,190	0,184	0,182	0,172	0,166
Dicke	0,009	0,010	0,008	0,008	0,006	0,012	0,010	0,012	0,010	0,009
	Parenchym-Nadeln.									
	mm — *mm*									
Länge	0,072 — 0,058									
Dicke	0,002 — 0,001									
	Amphydisken.					Amphydisken.				
	mm					*mm* — *mm*				
Länge	0,006					0,012 — 0,014				
Dicke	0,002					0,002 — 0,003				
Durchmesser der Endscheibchen	0,006					0,012 — 0,014				

№ 3.

Cfr. Fig. 1 *a—c* und Fig. 2 *a—d*.

Diagnose. Gestalt: polsterartig. Farbe: schmutzig grau oder hell grün. Skelett: gitterartig mit ziemlich reichlicher Hornsubstanz. Skelettnadeln: spindelförmig und mit Stacheln bedeckt. Amphydisken: mit sternförmigen Endscheibchen. Die Sternchen bestehen aus einigen wenigen (4—9), aber langen und sehr tief in das Scheibchen eingeschnittenen Strahlen.

Fundorte: 1) Chalaktir-See (Kamtschatka, in der Nähe der Stadt Petropawlowsk). Eine kleine Probe mit Gemmulae (Dr. B. Dybowski 1879).

2) Aus einer Wasserstauung bei der Mühle Rahiewicze in Niańkow (Gvnt. Minsk, Kreis Nowogródok). Sehr zahlreiche Exemplare mit einer Unzahl von Gemmulae (Herbst 1880).

Der asiatische und europäische Schwamm zeigen keineswegs so bedeutende Unterschiede, dass man sie als besondere Arten ansehen könnte; da sie jedoch in mancher Hinsicht von einander abweichen, so will ich einen jeden besonders beschreiben, um dadurch auf die Unterschiede der beiden Varietäten besser hinweisen zu können.

Var. α. aus Niańkow (resp. Rahiewicze).

Cfr. Fig. 1 *a—c*.

Beschreibung. Der Schwamm flach polsterartig, überzieht die Oberfläche von Pfählen, von welchen man ihn mit Hülfe eines scharfen Instrumentes trennen muss. Die Farbe des Schwammes ist sowohl im frischen, als auch im trockenen Zustande schmutzig grau, hell grün oder weisslich. An der Bruchfläche zeigt sich, dass der Schwamm zwei über einander lagernde Schichten bildet; die obere ist, wie erwähnt, grau, die untere dagegen hat eine dunkelbraune Farbe und strotzt von Gemmulae, die fast ausschliesslich diese Schicht des Schwammes ausmachen. Die braune Schicht mag wohl dem abgestorbenen, die graue dem lebenden Theil des Schwammes entsprechen. Die Gemmulae sind in beiden Theilen voll Inhalt.

Bei äusserlicher Untersuchung zeigt sich der Schwamm ziemlich hart und rauh beim Antasten, lässt sich aber zwischen den Fingern zu Pulver zerreiben. Er ist ferner sehr porös; die Poren (Dermalporen) sind ziemlich gross, die runden Oscula stehen in unregelmässiger Entfernung von einander.

Die Oberfläche des Schwammes ist meistentheils ganz eben, mitunter aber zeigen sich zahlreiche, verschieden grosse Erhabenheiten, so dass die ganze Oberfläche gleichsam wie mit Höckern versehen erscheint.

Die Structur des Schwammes ist gitterartig. Die Hornsubstanz ist sehr zart, lässt sich aber an tingirten Präparaten sehr deutlich wahrnehmen.

Die Skelettnadeln sind spindelförmig; ein Theil der Nadeln ist vollkommen glatt, ein anderer mit Stacheln bedeckt (Cfr. Fig, 1 *c*, α, β).

Die Beschaffenheit der Oberfläche der Spicula ist bei dieser Varietät so sehr unbeständig, dass ich erst nach der Untersuchung sehr zahlreicher Präparate zu einer bestimmten Ansicht gelangen konnte. Sowohl glatte, als auch stachelige Spicula kommen bei einem und demselben Schwamm vor[1]).

Es lassen sich alle Uebergänge von glatten zu stacheligen Spicula beobachten: es kommen nämlich vollkommen glatte Nadeln vor, ferner solche mit sehr wenigen und kleinen, und schliesslich solche mit zahlreichen und grösseren Stacheln bedeckte (Cfr. Fig. 1 *c*, α, β).

Die Endscheibchen der Amphydisken treten bei diesem Schwamm in einer ganz anderen Form auf, als es bei den beiden vorhergehenden Arten der Fall war. Die angeführten Abbildungen (cfr. Fig. 1 *a*) veranschaulichen diese Differenz deutlich genug, so dass eine besondere Beschreibung überflüssig sein dürfte (cfr. Fig. 1 *a* und Fig. 3 *a*).

Der Hauptunterschied dieser beiden Formen der Amphydisken von einander besteht: in der verschiedenen Anzahl der verschieden gestalteten Strahlen (Cfr. Fig. 1 *a* und Fig. 3 *a*).

Var. β aus dem Chalaktir-See.

Cfr. Fig. 2 *a—e*.

Beschreibung. Die Form und Gestalt des Schwammes ist mir nicht bekannt, weil mir nur eine kleine Probe desselben zur Untersuchung vorliegt. Die Farbe des Schwammes ist hell grün. Das Skelett ist ebenso gebaut, wie bei der Var. α.

Der Hauptunterschied zwischen dieser (β) uud der vorhergehenden Varietät (α) besteht im Folgenden. Bei der Var. β sind:

1) Die Skelettnadeln verhältnissmässig viel dicker, aber etwas kürzer (Cfr. Fig. 2 *d*), als bei der Var. α, und alle mit Stacheln bedeckt.

2) Die Amphydisken sind etwas schlanker, aber länger (Cfr. Fig. 2 *a*) und

3) Die Endscheibchen sind viel stärker unsymmetrisch gestaltet, als es bei der Var. α (Fig. 1 *a*) der Fall war (Cfr. Fig. 2 *b*). Die Zacken der Endscheibchen sind zahlreicher und die Mitte der Scheibchen breiter (Cfr. Fig. 1 *a* und Fig. 2 *b*).

Diese subtilen Unterschiede scheinen nur durch Localverhältnisse bedingt zu sein, bei genauerer Kenntniss der Spongillen werden sie daher an Bedeutung verlieren.

1) In manchen Präparaten habe ich lauter glatte, in anderen dagegen lauter stachelige Spicula gefunden, so dass ich es anfänglich mit zwei besonderen Arten zu thun zu haben glaubte; nun liegen mir aber auch solche Präparate vor, in welchen eine und dieselbe Faser des Gerüstes beide Formen der Nadeln enthält.

Maassangaben.

	Fundort: Chalaktir-See. Skelettnadeln.					Fundort; Rahiewicze. Skelettnadeln.				
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.	№ 5.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Länge	0,166	0,160	0,160	0,154	0,144	0,176	0,164	0,162	0,160	0,158
Dicke	0,012	0,012	0,016	0,014	0,010	0,012	0,012	0,012	0,010	0,012

Zum Schluss muss ich noch einiger mir vorliegenden Exemplare von Spongillen erwähnen, welche sich nicht näher bestimmen lassen, weil ich zu kleine Proben besitze und weil ich an ihnen keine Gemmulae auffinden konnte.

1) Aus dem Goktscha-See. Eine kleine Probe von Prof. Dr. Kessler in St. Petersburg.

2) Aus dem Goktscha-See. Eine kleine Probe von Dr. A. Brandt, Conserv. am Zool. Museum der K. Akadem. d. Wissensch. zu St. Petersburg.

3) Aus dem Tschaldyr-See. Eine kleine Probe von Dr. A. Brandt. Alle diese Exemplare stimmen, ihrer Struktur nach, vollkommen mit einander überein und zeigen Folgendes:

a) Die Skelettnadeln sind spindelförmig, vollkommen glatt und denen von *Meyenia fluviatilis* ähnlich.

b) Parenchym-Nadeln, wie sie bei der *Spongilla lacustris* auftreten (Cfr. Fig. 4 *b*), kommen hier nicht vor[1]) und

c) Die Hornsubstanz ist sehr zart und schwach entwickelt.

Ob diese Stücke zu *Meyenia fluviatilis* gehören, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden.

---

1) Ein Exemplar aus dem Goktscha-See (Prof. Kessler) hat sich als zu *Sp. lacustris* und eines aus dem Tschaldyr-See (A. Brandt) als zu *Sp. sibirica* gehörig erwiesen (cfr. oben). Jene Exemplare sind, mit den eben hier betrachteten, nicht zu verwechseln.

Verzeichniss der Literatur.

(Alphabetisch geordnet.)

1) **Blainville**, Manuel d'actinolog. p. 524, 534, Tab. 92, Fig. 6.
2) **Bowerbank** (J. S.), A monogr. of the British Spongiadae. Vol. I. p. 262. Tab. IX. Fig. 201—207. Tab. 22. Fig. 217—322; Vol. II. pp. 339—344.
3) — Monogr. on the Spongillidae (Proc. zool. Soc. 1863. Nov. 24. Tab. 38. pp. 440—472).
4) — Monogr. of the Brit. Spongiadae. Vol. 3; p. 199. Tab. LIX—LX.
5) — Anat. and physiol. of Sgongiadae (Philos. trans. of the Roy. Soc. 1862. p. 1115).
6) **Bronn** (Dr. H. G.), Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs 1859. Bd. I. pp. 3—28. Tab. I.
7) **Carter** (H. J.), Notes on the Species, structure and animality of the Freshwater Sponges in the Island of Bombay (Ann. et Magaz. nat. hist. Ser. 2. Vol. I. 1848. p. 303).
8) — A descript. account of the freshwater Sponges of the Island of Bombay, with observ. on the struct. and develop. (Ibid. Vol. 4. 1849. p. 81. Tab. III—V).
9) — Zoosperms in Spongilla (Ibid. Vol. 14. 1854. p. 334. Tab. XI).
10) — On the ultimate struct. of Spongilla (Ibid. Vol. 20. 1857. p. 21. Tab. I.
11) — On the fecundat. of the Volvoces (Ann. and Magaz. nat. hist. Ser. 3. Vol. 3. 1859. p. 12—15. Tab. I. Fig. 12—14).
12) — On the identity in struct. and composit. of the so-called «Seed-like Body» of Spongilla with the Winter-egg of the Bryozoa, and the presence of starch-granules in each (Ibid. Vol. 3. 1859. p. 331. Tab. VIII).
13) — On a variety of Spongilla Meyeni from the River Exe, Devonshire (Ann. and Magaz. nat. hist. Ser. 4. Vol. 1. 1868. p. 247).
14) — On the nature of the Seed-like Body of Spongilla (Ann. and Magaz. nat. hist. Ser. 4. Vol. 15. 1874 p. 97).
15) — Notes introductory to the study and classific. of Spongidae (Ibid. Vol. 16. p. 1, 1875. p. 187, 190, 199).
16) — On the nutritive and reproductive proc. of Sponges (Ann. and Magaz. nat. hist. Ser. 5 Vol. 4. 1879 p. 374).
17) — History and classific. of the known Species of Spongilla (Ann. and Magaz. of nat. hist. Ser. 5. vol. 7 1881. p. 77—107. pl. V—VI.
18) **Czernay**, Труды Общества Естествоиспыт. при Харьковскомъ Университетѣ 1871 г. стр. 1—4. Таб. IX.
19) **Delonchampt**, Encyclop. méthod. Zooph. p. 324.
20) **Dujardin**, Observations sur les Eponges d'eau douce (Ann. de Sc. nat. 2 Sér. Zool. T. 10. 1838. p. 5—13, Tab. I. Fig. 1).

21) **Dujardin**, Hist. nat. des Zooph. infus. 1841. p. 305—317.
22) **Dutrochet**, Observ. sur la Spongilla ramosa (Ann. Sc. nat. 1828. T. XV. p. 205—217.
23) **Dybowski** (Dr. W.), Ueber Spongillen der Ostsee-Provinzen (Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. zu Dorpat, Bd. IV. Heft 3. 1876. p. 258. Heft 3. 1877. p. 527.
24) — Studien über die Spongien des Russischen Reiches (Mém. Acad. de Sc. de St. Pétersbourg, 7-e Sér. T. XX № 6).
25) **Ehlers**, Die europ. Spongien in der zool. Sect. d. Universität Erlangen 1870.
26) **Ehrenberg** (C.), Ueber d. geform. u. cristallinischen Kieseltheile von Pflanzen, besonders über die Spongilla erinaceus (Berliner Monatsber. 1846. p. 96—101).
27) **Esper** (E. J. Chr.), Naturgeschichte im Auszuge des Linnei'schen Syst. Nürnberg (bei Räspe.) 1784 p. 343.
28) — Die Pflanzenthiere T. II. Tab. 23, Supplement Tab. 62.
29) **Ferussac**, Bull. Sc. nat. T. 17. 1829. p. 156—158. Isis 1830. p. 327—328.
30) **Fleming**, Hist. of British animals 1824. p. 524.
31) **Ganin** (M. L.) Матеріалы къ познанію строенія и развитія губокъ 1879.
32) **Gervais** (P.), Les éponges d'eau douce (Ann. de Sc. nat. 2-de s. 1835. T. 4. p. 254; Compt. rend. Acad. Sc. Paris 1835. p. 260—262; L'Instit. III. № 129. 1835. p. 346).
33) **Grant** (Rob.), On the struct. and nature of the Spongilla friabilis (Edinb. philos. Journ. Vol. 14. 1826. p. 276—284.
34) — De la struct. et de la nature de la Spongilla friabilis (Feruss. Bull. Sc. nat. T. 12. 1827. p. 189—190).
35) **Gray** (J. E.), Notes on the Arrang. of Sponges (Proc. zool. Soc. London. 1867. p. 550. Pl. 27—28).
36) **Grebnicki**, Матеріялы для фауны Новороссійскаго края. III. О фаунѣ на открытыхъ лиманахъ (Записки Новоросс. Общества Естествоиспыт. 1873—1874. T. II. p. 268).
37) **Grube** (Dr. Ed.), Bericht Schles. Gesell. 1872. p. 62.
38) **Haeckel** (Dr. E.), Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das nat. Syst. der Schwämme (Jenaische Zeitschr. Bd. 6. 1871. p. 641—651).
39) **Hogg** (J.) Observ. on the Spongilla fluviatilis (Proc. Lin. Soc. I. 1. 1839. p. 8; 4. 1839. p. 36—39; 23. 1844. p. 226—227).
40) — On the action of light upon the colour of the river Sponges (Abstr. of the papers printed in the philos. trans. Vol. 4. 1843. p. 72; Charlesworth's Magaz. nat. hist. 2 Ser. Vol. 4. 1840. p. 259—268).
41) — Observat. on the Spongilla fluviatilis (Transact. of the Lin. Soc. Vol. 18. 1841. p. 363—407; Isis 1843 p. 444—447; further notice thereon Ann. Nat. hist. 2 Ser. 1851. Vol. 7. p. 190—193).
42) **James-Clark** (H. J.), Spongiae ciliatae as Infusoria flagellata (Journ. Boston Soc. nat. hist. Vol. I. 1867. p. 3. Tab. 9—10).
43) — On the american Spongillae (Americ. Journ. of Sc. 3 Ser. Vol. II. p. 427. Tab. 2; Ann. and Magaz. nat. hist. 4 Ser. Vol. 7, p. 427. Tab. 2; Month. microscop. journ. Vol. 7. 1872. p. 104—114. Tab. I).
44) **Johnston** (G.), Hist. of British Sponges. 1842. p. 149—163.
45) **Kessler** (K.), Труды Ст-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей T. 8. 1878 г. стр. 62.
46) **Kölliker** (Dr. A.), Icones histiol. 1864. p. 52, 60—63.
47) **Lamarck**, Anim. sans vertèbres T. II. p. 98.

48) **Lamouroux**, Hist. des polypiers flexibles 1816. p. 6.
49) — Expos. method. 1824. p. 28.
50) — Les planches d'Ellis et Solander. 1824. p. 28.
51) **Lankester** (E. R.), The mode of occurence of chlorophyl in Spongilla (Quart. journ. Microsc. Sc. XIV. 1874. p. 101).
52) **Laurent** (P.), Recherches sur la Spongilla fluviatile (Compt. rend. Acad. Sc. de Paris. T. 7. 1838. p. 617—619.
53) — Rech. sur la Spongilla (Ann. Franç. et Etrang. d'Anat. T. 2. 1838. p. 316—318).
54) — Sur la nat. de la Spongilla fluviatilis (Soc. philom. Extr. proc. verb. 1840. p. 69—74; L'Instit. VIII. 1840. № 340. p. 223. № 341. p. 231—232, № 342. p. 240—241).
55) — Sur la Spongilla (Compt rend. Acad. Sc. Paris. T. 11. 1840. p. 478—479. p. 693—696, p. 1051).
56) — Sur les embryons ciliés des Spongilles (Soc. philom. Extr. proc. verb. 1841. p. 73—74. L'Instit. IX. 1841. № 394. p. 242).
57) — Etudes sur les masses spongillaires (Compt. rend. Acad. Sc. Paris. T. 11. 1840. p. 1048—1050).
58) **Lieberkühn** (E.), Contribution to the hist. and develop. of the Spongilla (Quart. journ. microsc. Sc. Vol. 5. 1857. p. 212—229).
59) **Lieberkühn** (N.), Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Spongilla (Arch. für Anat. und Physiol. 1856 Heft 1—2. p. 1—19).
60) — Nachtrag. Ibid. 1856, Heft 4. p. 399—414. Tab. 15. Heft 5. p. 496.
61) — On the motory Phenomena of Animal Cells. (Ann. and Magaz. of nat. hist. 4 Ser. Vol. 6. 1870. p. 497).
62) — On the develop. of the Freshwater-Sponges (Ann. and Magaz. nat. hist. 2 Ser. Vol. 17. 1856. p. 403—413).
63) **Linné** (C.), Syst. nat. Edit. 13. Bd. II. pars 6. p. 3825.
64) — Flora suecica. Ed. I. 1745. Sp. 10. Spongia lacustris, sp. 11. Spongia fluviatilis.
65) **Martens**, Arch. für Nat. Gesch. 1867. p. 61—63. Tab. I.
66) **Metschnikoff** (E.), Spongiologische Studien (Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. 32. p. 349. Tab. 20—23).
67) — Изслѣдованіе о губкахъ (Записки Новоросс. Общества Естествоиспыт. Т. 4. выпускъ 2 1876 г.). стр. 1—10.
68) **Meyen** (F. J. F.), Beitr. zur näheren Kennt. unseres Süsswasser-Schwammes (Müller's Arch. 1839. p. 83).
69) **Miller** (Dr. K.), Ueber das Fischbrod des Bodensees (Schriften des Vereins für Gesch. d. Bodensees. Heft 6. 1875. p. 60—62).
70) **Orbigny** (Ch. d'), Diction. d'hist. nat. T. XI. 1848. p. 779.
71) **Pagenstecher**, Zur Kenntniss der Schwämme (Verh. nat. Ver. Heidelberg, VI. 1871. p. 1—66).
72) **Pallas**, Elenchus Zoophyt. 1766. № 231. p. 384.
73) — Charakteristik d. Thierpflanzen 1787. p. 221. et p. 235.
74) **Plucknet**, Almagestum bot. 1696. p. 356. Tab. 112. Fig. 3.
75) **Raspail** (Fr. V.), Anat. microsc. des Spongilles (Mém. de la Soc. d'hist. nat. T. 4. 1828. p. 204—237, 246).
76) — Exper. de chim. microsc. (Mém. de la Soc. d'hist. nat. T. 4. p. 205. Tab. 21).
77) **Renaume**, Spongia fluviatilis (Mém. Acad. Sc. de Paris. 1714. p. 231—239 avec 1 pl.).

78) **Schaffner**, Einige Bemerkungen über Spongilla fluviatilis (Verh. d. Naturf. d. preussisch. Rheinland. 12. Jahrg. 1855. p. 29—39.

79) **Schröter** (J. S.), Beschr. einer neuen Spongie des süssen Wassers (Der Naturforscher, Stück 23. 1788. p. 149—158. Sp. canalium.

80) **Schulze** (F. E.), Unters. über den Bau und die Entwickelung der Spongien (Zeitschr. d. wissenschaftl. Zool. Bd. 28).

81) **Sorby** (H. C.), On the chromolog. relations of Spongilla fluviatilis (Quarter. journ. microsc. Sc. XV. 1875. p. 47—52).

82) **Stewart** (Ch.), Elements of nat. hist. Vol. 2. 1802. p. 240.

83) **Turpin**, Raport sur une note de Mr. Fel. Dujardin relat. à l'animalité des Spongilles (Compt. rend. Paris. T. 7. 1838. p. 556—557).

84) **Wartmann**, Von dem Fischbrode (Der Naturforscher 1785. Stück 21 und 22).

Corrigenda.

p. 1 Anmerkung 3 statt Lieberkühn № 64 lies № 62.
p. 6 » 2 » Lieberkühn № 61 » № 59.

Erklärung der Abbildungen [1].

Fig. 1. *Meyenia sp.* (aus Niankov).

1 *a*) Endscheibchen der Amphydisken (obere Ansicht).
1 *b*) Ein Amphydiscus (Seitenansicht).
1 c) Fünf verschiedene Skelettnadeln.
α) Eine glatte Skelettnadel.
β) Eine dicht mit Stacheln bedeckte Skelettnadel.
γ) Eine mit wenigen Stacheln bedeckte Skelettnadel.
δ) Eine kleine, stumpfspitzige, mit Stacheln bedeckte Skelettnadel.
η) Eine kleine, stumpfspitzige glatte Skelettnadel.

Fig. 2. *Meyenia sp.* (Chalaktir-See).

2 *a*) Ein Amphydiscus (Seitenansicht).
2 *b*) Einige Endscheibchen der Amphydisken (Oberansicht).
2 *c*) Eine kleine missgebildete Skelettnadel (gez. beim Object. № 8).
2 *d*) Zwei normale Skelettnadeln.

Fig. 3. *Meyenia fluviatilis* (?) Auct.

3 *a*) Endscheibchen (obere Ansicht).
3 *b*) Ein Amphydiscus (Seitenansicht).
3 *c*) Zwei normale Skelettnadeln.
3 *d*) Stück einer Gemmula.
α) Porus.
β) Die mit Amphydisken bedeckte Oberfläche der Gemmula.
γ) Rand der Gemmula mit den auf der Seite liegenden Amphydisken.

Fig. 4. *Spongilla lacustris* Auct. (Chalaktir-See).

4) Zwei Skelettnadeln.
α) Eine normale,
β) Eine missgebildete Skelettnadel.
4 *a*) Stück eines Statoblastes von einem unbekannten Moosthierchen (?).
α) Der Porus.
β) Der gezackte und fiederig gestreifte Randsaum.
γγ) Die mit 4 Wiederhaken versehenen Auswüchse.
δ) Ein rundum verlaufender Saumstreif.
ηη) Die fiederige Structur des Randsaumes.
ξ) Körnige Membran des Statoblastes.
*4 *b*) Einige Parenchym-Nadeln.
*α) Parenchym-Nadeln (Ocul. 4. Object. 4).
β) Parenchym-Nadeln (Ocul. 4. Object. 8).
*4 *c*) Stück der Hornsubstanz mit aufgelösten Skelettnadeln.
*4 *d*) α u. β. Zwei Trümmer der in Kalilauge gelösten Skelettnadeln.

---

1) Alle Figuren, mit Ausnahme der mit einem * versehenen, die aus freier Hand gezeichnet worden sind, habe ich mit Hülfe des Hartnack'schen Zeichenprismas dargestellt, und zwar: die Skelettnadeln bei dem Objectiv Hartnack № 4, die Amphydisken und Parenchym-Nadeln dagegen bei № 8. Beim Zeichnen lag das Papier unmittelbar auf dem Tisch. Der Tubus war nicht ausgezogen. Beim Zeichnen der Figur 4 *a* war die unterste Linse des Objectiv № 4 abgeschraubt.

Fig. 5. *Meyenia* (?). (Aus dem Flusse Brok in Polen).

5 *a*) Einige Endscheibchen (Obere Ansicht).
α) Ein missgebildetes, doppeltverwachsenes Endscheibchen (Obere Ansicht).
5 *b*) Drei Amphydisken (Seitenansicht).
5 *c*) Eine Gruppe von Skelettnadeln.

Fig. 6. *Spongilla lacustris* Auct. (Aus Ludwinow).

6) Zwei Skelettnadeln.
6 *a*) Zwei Nadeln:
a) Eine Belegnadel und
β) Eine Parenchym-Nadel.
*6 *b*) Stück der Membran von einer Gemmula mit Belegnadeln.

Fig. 7. *Spongilla lacustris* (Pachabicha-See).

7) Eine Gruppe der Skelettnadeln.
*7 *a*) Eine Gruppe der Parenchym-Nadeln.

Fig. 8. *Meyenia* (?) (Pühhajöggi).

8 *a*) Drei Amphydisken.
α β) Seitenansicht.
γ) Obere Ansicht (Endscheibchen).
8 *b*) Eine Gruppe von Skelettnadeln.

Fig. 9. *Meyenia fluviatilis* (?) Woo-Fluss.

9) Einige Endscheibchen (Obere Ansicht).
9 *a*) Eine Gruppe von Skelettnadeln.
9 *b*) Amphydisken (Seitenansicht).

Fig. 10. *Meyenia lacustris*. Ludwinow.

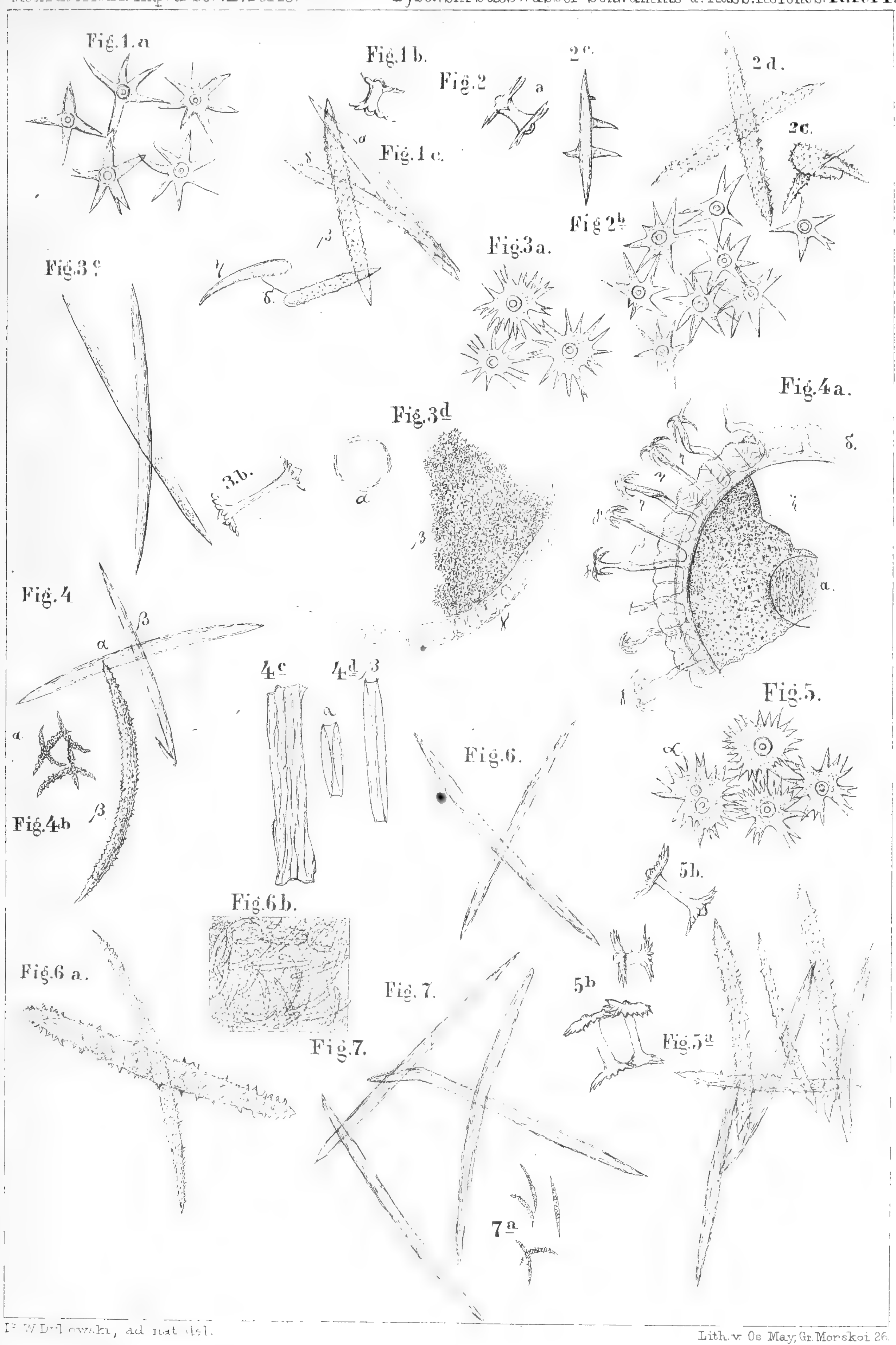
*10 *a*) Stück des Skelettes.
α) Nadelbündel.
β) Hornsubstanz (Bindesubstanz).
*10 *b*) Skelettnadel.

Fig. 11. *Meyenia* (?) Pühhajöggi.

*11 *a*) Stück des Skelettes.
α) Nadelbündel.
β) Bindesubstanz.
*11 *b*) Skelettnadel.

Fig. 12. *Spongilla sibirica* Dybowski (Pachabicha-See).

12) Eine Gruppe von verschiedenen Nadeln.
α) Normale Skelettnadel.
β) Parenchym-Nadel.
γ.δ.η) Verschiedene missgebildete Skelettnadeln.
*12 *a*) Stück der äusseren Schicht der Membran einer Gemmula mit Belegnadeln (Object. 4. Ocul. 4).
12 b) Desgleichen in grösserem Maasstabe.
12 *c*) Skelettnadeln.



Dr W. Dybowski, ad nat. del.

Lith. v. Os May, Gr. Morskoi 26.

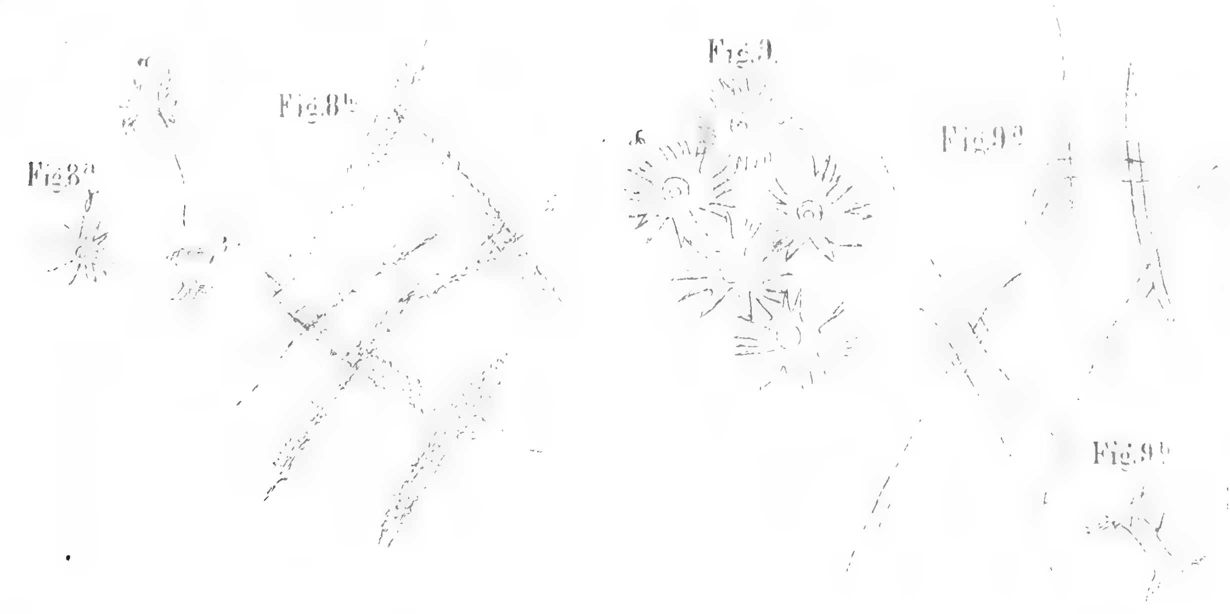
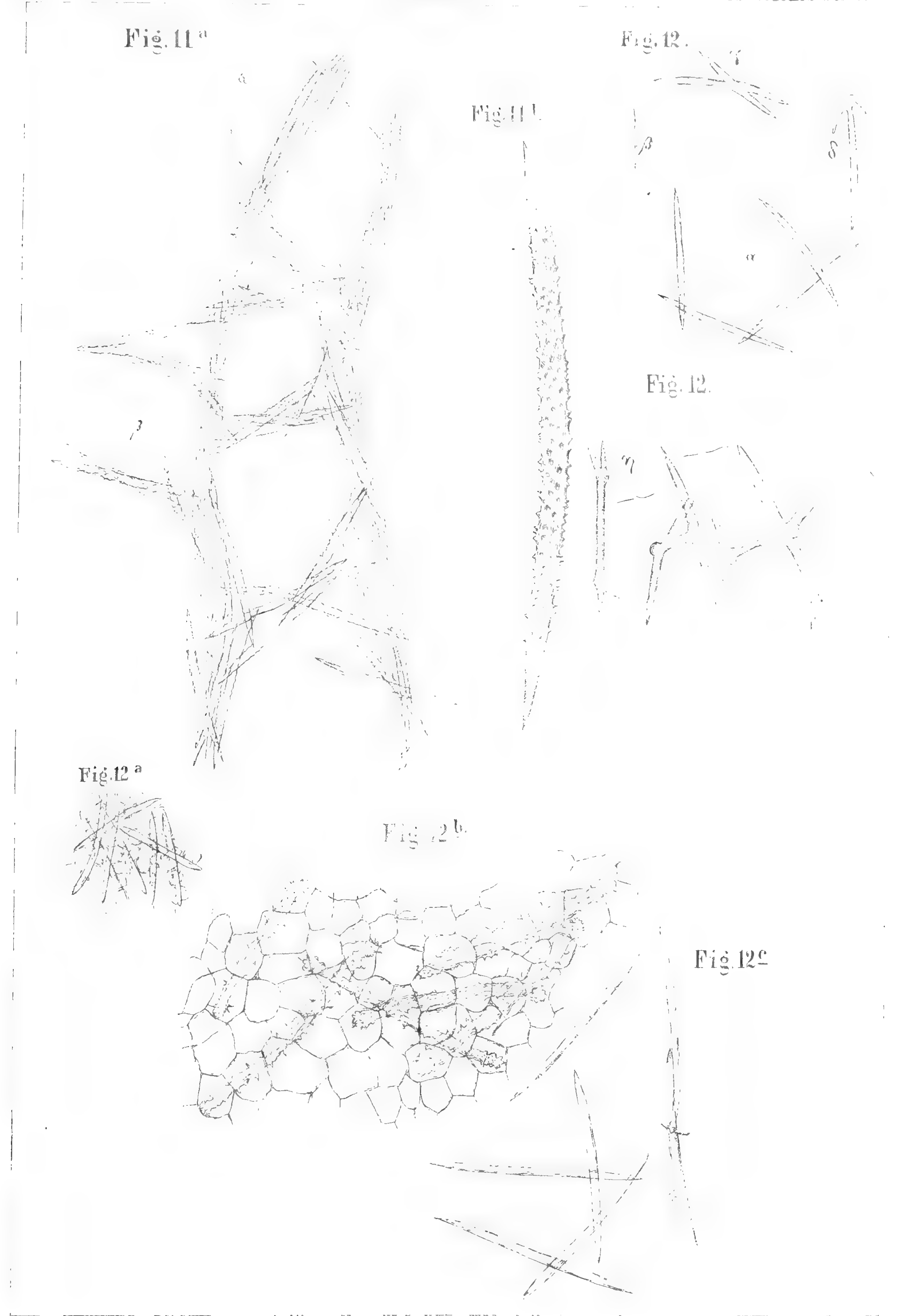


Fig. 10a

Fig. 10b

Lith. v. Ch. May. Gr. Morskoi 36



Dr. W. Dybowski, ad nat. del.

Lith. v. C. May, Gr. Morskoi 2

Ouvrages publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences par rapport aux animaux évertébrés:

T. IV, № 5. **Paulson, O.** Zur Anatomie von Diplozoon paradoxum. 1862. Mit 1 Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.
№ 8. **Weisse, J. F.** Zur Oologie der Räderthiere. 1862. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.
T. V, № 5. **Knoch, J.** Die Naturgeschichte des breiten Bandwurms (Bothriocephalus latus Auctt.) mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelungsgeschichte. 1862. Mit 2 Taf. Pr. 1 R. 25 K.=4 Mk. 20 Pf.
T. VI, № 3. **Morawitz, A.** Beitrag zur Käferfauna der Insel Iesso. Lief. I. Cicindelidae et Carabici. 1863. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.
№ 10. **Owsjannikow, Ph.** Ueber die feinere Structur des Kopfganglions bei den Krebsen, besonders beim Palinurus locusta. 1863. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.
T. VIII, № 1. **Bremer, O.** Lepidopteren Ost-Sibiriens, insbesondere des Amur-Landes. 1864. Mit 8 Taf. Pr. 2 R 30 K. = 7 Mk. 70 Pf.
T. X, № 2. **Kowalewsky, A.** Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Loxosoma neapolitanum sp. n. 1866. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.
№ 3. **Kowalewsky, A.** Anatomie des Balanoglossus delle Chiaje. 1866. Mit 3 Taf. Pr. 45 K.=1 Mk. 50 Pf.
№ 4. **Kowalewsky, A.** Entwickelungsgeschichte der Rippenquallen. 1866. Mit 5 Taf. Pr. 75 K.=2 Mk. 50 Pf.
№ 8. **Stepanof, P.** Ueber Geschlechtsorgane und Entwickelung von Ancylus fluviatilis. 1866. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.
№ 15. **Kowalewsky, A** Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien. 1866. Mit 3 Taf. Pr. 45 K.=1 Mk. 50 Pf.
T. XI, № 3. **Owsjannikow, Ph., u. Kowalewsky, A.** Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. 1867. Mit 5 Taf. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.
№ 6. **Kowalewsky, A.** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Holothurien. 1867. Mit 1 Taf. Pr. 25 K.= 80 Pf.
№ 17. **Owsjannikow, Ph.** Ein Beitrag zur Kenntniss der Leuchtorgane von Lampyris noctiluca. 1868. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.
T. XIII, № 1. **Brandt, A.** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Libelluliden und Hemipteren mit besonderer Berücksichtigung der Embryonalhülle derselben. 1869. Mit 3 Taf. Pr. 55 K. = 1 Mk. 80 Pf.
T. XIV, № 5. **Ganin, M.** Ueber die Embryonalhülle der Hymenopteren- und Lepidopteren-Embryonen. 1869. Mit 1 Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.
№ 8. **Metschnikof, E.** Studien über die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen. 1869. Mit 12 Taf. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.
T. XV, № 3. **Miklucho-Maclay, N.** Ueber einige Schwämme des nördlichen Stillen Oceans und des Eismeeres. Ein Beitrag zur Morphologie und Verbreitung der Spongien. 1870. Mit 2 Taf. Pr. 40 K.=1 Mk. 30 Pf.
№ 8. **Grimm, O.** Die ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomus-Art und deren Entwickelung aus dem unbefruchteten Ei. 1870. Mit 3 Taf. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.
T. XVI, № 6. **Brandt, A.** Ueber Rhizostoma Cuvieri Lmk. Ein Beitrag zur Morphologie der vielmundigen Medusen. 1870. Mit 1 Taf. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.
№ 8. **Brandt, A.** Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Sipunculus nudus L. 1870. Mit 2 Taf. Pr. 60 K. = 2 Mk.
№ 12. **Kowalewsky, A.** Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. 1871. Mit 12 Taf. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.
T. XVII, № 12. **Grimm, O.** Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung und Entwickelung der Arthropoden. 1872. Mit 1 Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.
T. XIX, № 8. **Baer, K. E. v.** Entwickelt sich die Larve der einfachen Ascidien in der ersten Zeit nach dem Typus der Wirbelthiere? 1873. Mit 1 Taf. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.
T. XXI, № 12. **Brandt, A.** Ueber die Eiröhren der Blatta (Periplaneta) orientalis. 1874. Mit 1 Taf. Pr. 40 K.=1 Mk. 30 Pf.
T. XXII, № 8. **Dybowski, W.** Die Gasteropoden-Fauna des Baikal-Sees, anatomisch und systematisch bearbeitet. 1875. Mit 8 Taf. Pr. 1 R. 35 K. = 4 Mk. 50 Pf.
T. XXIV, № 10. **Dogiel, J.** Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von Corethra plumicornis. 1877. Mit 2 Taf. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.
T. XXV, № 8. **Grube, Ed.** Annulata Semperiana. Beiträge zur Kenntniss der Annelidenfauna der Philippinen. 1878. Mit 15 Taf. Pr. 3 R. 70 K. = 12 Mk. 30 Pf.
T. XXVI, № 7. **Merejkowsky, C.** Études sur les éponges de la mer Blanche. 1878. Avec 3 pl. Pr. 80 K.=2 Mk. 70 Pf.
T. XXVII, № 6. **Dybowski, Dr. W.** Studien über die Spongien des Russischen Reiches, mit besonderer Berücksichtigung der Spongien-Fauna des Baikal-Sees. 1880. Mit 4 lith. Taf. und 2 Holzschn. im Text. Pr. 1 R. 20 K. = 4 Mk.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Septembre, 1882. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.
Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Vass.-Ostrow., 9 ligne, № 12.)

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 11 ET DERNIER.

ÜBER
CENTRALASIATISCHE MOLLUSKEN.

VON

Professor E. v. Martens.

Mit 5 Tafeln.

(*Lu le 25 Mai 1882.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Leipzig:
MM. Eggers & Cie et J. Glasounof;	M. N. Kymmel;	Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. 40 Kop. = 4 Mrk. 70 Pf.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XXX, N° 11 ET DERNIER.

ÜBER
CENTRALASIATISCHE MOLLUSKEN.

VON

Professor E. v. Martens.

Mit 5 Tafeln.

(*Lu le 25 Mai 1882.*)

ST.-PÉTERSBOURG, 1882.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers & Cie et J. Glasounof; **à Riga:** M. N. Kymmel; **à Leipzig:** Voss' Sortiment (G. Haessel).

Prix: 1 Rbl. 40 Kop. = 4 Mrk. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Octobre 1882. C. Vessélofsky, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Wass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Durch die kühnen Unternehmungen wissenschaftlicher Reisenden wird uns allmählich nicht nur der geographische Aufbau, sondern auch die Thier- und Pflanzenwelt Mittel-Asiens einigermassen bekannt, und man ist bereits soweit, dass die Resultate der von Norden und Westen kommenden russischen Forscher mit denen der von Süden aus Englisch-Indien kommenden zusammentreffen und sich gegenseitig ergänzen; dieses zeigt sich unter Anderem auch darin, dass bereits manche der von den am weitesten vorgedrungenen englischen Reisenden mitgebrachten, scheinbar neuen Arten als russischerseits beschrieben sich herausstellen und umgekehrt.

Die Mollusken bilden in einem Binnenlande nur einen verhältnissmässig kleinen Theil der Thierwelt, nicht sehr augenfällig und ohne praktische Wichtigkeit — sie scheinen nirgends in Mittel-Asien als menschliche Nahrung eine Rolle zu spielen — dennoch sind sie wissenschaftlich von Bedeutung durch ihre bestimmte Abhängigkeit von den physikalischen und klimatischen Eigenschaften ihres Wohnortes; dazu können wenigstens die Schalen so mühelos aufgenommen und aufbewahrt, so sicher wissenschaftlich bestimmt werden, dass das Sammeln derselben Jedem, der noch wenig erforschte Länder in wissenschaftlichen Zwecken bereist, durchaus zu empfehlen ist. Auch in dieser Hinsicht hat der leider so früh verstorbene Alex. Fedtschenko unsere Kenntniss von Mittel-Asien wesentlich gefördert; in dem betreffenden Theile seines umfassenden Reisewerkes Путешествіе въ Туркестанъ 1874 habe ich nicht nur die zahlreichen neuen und interessanten Arten von Land- u. Süsswasser-Schnecken, welche er gesammelt, behandelt, sondern auch eine allgemeine Uebersicht über die mittelasiatische Schneckenfauna nach dem damaligen Stande unserer Kenntnisse zu geben versucht. Seitdem ist aber so manches Neue in dieser Beziehung hinzugekommen, dass eine neue Zusammenstellung nicht unwillkommen sein dürfte. Die nächste Veranlassung dazu gab die Zusendung der Conchylien, welche die Sammlung der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg von neueren Reisenden in

Mittelasien erhalten hat, durch die Güte des Dr. Alex. Brandt, darunter von besonderem Interesse die Conchylienausbeute von Dr. Alb. Regel aus Kuldsha, von Oberst N. M. Przewalski aus dem Gebiet des Tarim und von Potanin aus der nordwestlichen Mongolei. Prof. Alb. Mousson in Zürich hatte die Güte, mir die Conchylien, die er selbst von ebendemselben Dr. Regel erhalten, zur Vergleichung und Beschreibung zu überlassen. Andere kleinere Beiträge zur mittelasiatischen Schneckenfauna hatte ich schon früher von verschiedenen Seiten erhalten und an verschiedenen Stellen veröffentlicht; namentlich konnte ich auch durch die Güte von G. Nevill Originalexemplare der meisten Arten vergleichen, welche Ferd. Stoliczka auf der für ihn verhängnissvollen Reise nach Yarkand gesammelt hat. Auf Grund dieses Materials sind im Folgenden die von den Herrn Regel, Przewalski und Potanin gesammelten Arten, sowie einige andere aus Tibet und dem westlichen China neuerdings erhaltene, beschrieben und besprochen, und daran eine übersichtliche Liste der bis jetzt aus Mittelasien vom Altai bis Ladak und vom Alatau bis in das nordwestchinesische Lössgebiet bekannten Arten von Mollusken geknüpft. Anhangsweise sind noch einige neuere Eingänge aus Turkestan, China und den südsibirischen Steppenseen erwähnt, so dass die vorliegende Arbeit zusammen mit derjenigen im Fedtschenko'schen Reisewerke, auf das hier wiederholt verwiesen wird, alle Mollusken umfasst, welche bis jetzt vom Ostufer des kaspischen Meers bis an die Grenzen des eigentlichen China, zwischen Altai und Himalaja, bekannt sind.

A. Landschnecken.

Helix (Vallonia) Ladacensis Nevill. Taf. 3, Fig. 3.

G. Nevill, Scientific results of the second Yarkand mission, Mollusca p. 4. — Vermuthlich auch *H. costata*, large variety, Woodward, Proc. Zool. Soc. 1856 p. 186 von Iskardo in Tibet.

Testa depressa, late et perspective umbilicata, dense costulata, tenuis, griseo-alba; spira paulum prominula, anfr. $3^1/_2$, convexiusculi, ultimus rotundatus, antice distincte descendens; apertura perobliqua, transverse piriformis, peristomate expanso, tenuiusculo, marginibus approximatis, supero modice, infero magis arcuato.

Diam. maj. $3^1/_2$, min. $2^1/_2$, alt. $1^1/_2$, apert. diam. $1^1/_4$, alt. obl. 1 Mill.

Hab. Asiam centralem, legit Potanin ad radicem septentrionalem montium Tianschan, 24. Mai 1877, et F. Stoliczka prope Mataian et Leh regionis Ladak 1873.

Schale niedergedrückt, breit genabelt, so dass von unten alle Umgänge sichtbar sind, dicht und fein gerippt, die Rippen zuweilen beinahe verschwindend, grauweiss; Gewinde wenig vorstehend, Umgänge $3^1/_2$, etwas gewölbt, der letzte ohne alle Kante, unten allmählich gegen den Nabel abfallend, vorn deutlich herabgebogen. Mündung sehr schief stehend, quer birnförmig, Mundsaum umgebogen, ziemlich dünn, die beiden Mundränder an ihrer Einfügung einander sehr nahe kommend, der untere stärker gebogen, als der obere.

Diese Schnecke, welche Potanin in mehreren Exemplaren am nördlichen Fusse des Tianschan gesammelt hat, unterscheidet sich von den bekannten europäischen *H. costata* und *pulchella* durch bedeutendere Grösse ($3^1/_2$ Mm., während die beiden europäischen nach L. Pfeiffer zwar 3, aber in der Regel nur $2^1/_2$ Mill. im grossen Durchmesser haben), weiter offenen Nabel, mehr quergestreckte Mündung mit dünnerem Rande. Näher stehen ihr durch den schwächeren Mundsaum *H. tenuilabris* A. Braun aus den Lössablagerungen Süddeutschlands (Sandberger, Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt, S. 891, Taf. 36 Fig. 16), neuerdings auch, wie es scheint, recent gefunden (Nachrichts-Blatt d. malako-

log. Gesellschaft 1876, S. 67 und 1877, S. 21) und *H. tenera* Reinhardt aus Japan (Sitzungsberichte der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin 1877, S. 69), aber erstere hat schwächere Sculptur, ist weniger niedergedrückt und hat eine weniger schiefe, mehr kreisrunde Mündung, letztere ist fast doppelt so klein (2 Mill.), schärfer gerippt, übrigens ebenso flach und offen genabelt, die Mündungsränder vielleicht etwas weniger einander genähert. Mit Originalexemplaren von *H. Ladacensis*, welche ich von Hrn. Nevill selbst erhalten, stimmen unsere Exemplare vom Tianschan sehr gut überein, nur sind sie unbedeutend kleiner.

Helix duplocincta n. Taf. 1, Fig. 1—7.

v. Martens, Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforschender Freunde in Berlin, Oct. 1879, S. 125.

Testa conico-globosa, perforata, striatula et distincte spiratim lineata, interdum malleata, pallide griseo-flavescens, zona mediana albida, fascia fusca utrinque limbata, rarius unicolor; anfractus 6, convexiusculi, spira breviter conoidea, apice obtuso, pallido, ultimus inflatus, antice perdistincte deflexus; apertura parum obliqua, suborbicularis, peristomate vix expansiusculo, intus albolabiato, margine basali valde arcuato, columellari brevi, dilatato, reflexo, albo, perforationem semitegente.

Diameter major 22—25, minor 19—21, altitudo 19—23, aperturae diameter incluso margine columellari $12\frac{1}{2}$—$14\frac{1}{2}$, excluso 10—$12\frac{1}{2}$, altitudo 13—15 Millim.

Hab. Kuldsha, Pilutschi et Kasch, legit A. Regel 1878 et 1879.

Schale konisch-kugelförmig, mit runzligen, der Mündung parallelen, etwas ungleichmässigen, unter der Nath stärkern Streifen und enggedrängter, vielfach abgebrochener und neu ansetzender Spiralstreifung, ziemlich oft mit hammerschlagartigen Eindrücken. Grundfarbe blassgelb, in der Regel zwei ausgeprägte mässig schmale dunkelkastanienbraune Bänder, das eine unmittelbar über, das andere unmittelbar unter dem grössten Umfang der letzten Windung (Formel — — 3. 4. —) und dazwischen die Grundfarbe heller, mehr oder weniger weisslich (Fig. 1, 2, 4, 5); nicht selten über dem ersten und zuweilen auch unter dem zweiten Band noch ein ähnliches, also 4 im Ganzen (— 2. 3. 4. 5.), aber die letzteren weniger ausgeprägt, heller und schmäler, nicht scharf begränzt (Fig. 3). Wenn alle Bänder fehlen, so ist die letzte Windung intensiver bräunlichgelb (Fig. 7). Ein Stück unter den am Fluss Kungess gesammelten hat zwar keine eigentlichen Bänder, aber doch die hellere Zone in der Peripherie und ist darüber und darunter so auffällig dunkel gefärbt, dass man diese Färbung als zwei sehr breite Bänder, nach der Formel (1. 2. 3.) (4. 5.), ansehen kann (Fig. 6). Die obersten Windungen ganz blass, erste Spur eines Bandes schon auf der zweiten sichtbar, aber undeutlich. Im Ganzen 6 Windungen, auf der Ober- und Unterseite ziemlich gleichmässig stark gewölbt, in der Peripherie vollständig abgerundet, durch eine mässig tiefe Nath geschieden,

die letzte unmittelbar vor der Mundöffnung stark herabgebogen. Mundöffnung nur wenig schief, nahezu kreisrund, nur durch die einspringende Mündungswand etwas ausgeschnitten, Einfügung der Mundränder weit von einander getrennt, Aussenrand und Columellarrand beide stark gebogen, unten in einem kurzen starken Bogen in einander übergehend, Aussenrand dünn und kaum nach aussen etwas erweitert, innen mit weisser Lippe, Columellarrand breit umgeschlagen, dreieckig, weiss, den engen Nabel zur Hälfte bedeckend.

Die Variationen im Verhältniss der Breite zur Höhe, wie diejenigen der Bänder, sind geringer als bei der folgenden, diejenigen in der absoluten Grösse nahezu gleich. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen beiden nahe verwandten Arten liegt im Grade der Wölbung, *H. duplocincta* ist durchaus stärker gewölbt, als *paricincta*, daher mehr kugelig, und höher im Verhältniss zum Durchmesser, die Unterseite mehr aufgeblasen, die Mündung mehr kreisförmig; auch ist ihre Spiralstreifung deutlicher und schärfer ausgeprägt, obwohl auch nicht gleichmässig.

Bei Kuldsha, Pilutschi und Kasch von Dr. A. Regel, im Thal des Ili-Flusses und weiter oben am Flusse Kungess (Zufluss des Ili) im Tianschan, in 4000′ Meereshöhe von Przewalski 1878 gesammelt.

Bei Kuldsha und Pilutschi ist die Anzahl der gebänderten etwas geringer als die der ungebänderten, etwa wie 3 : 4, vom Ili-Thal ohne nähere Ortsangaben liegen nahezu gleichviel gebänderte als einfarbige vor und vom Kungess nur 3 gebänderte und die oben bemerkte Variation Fig. 6. Die absolute Grösse variirt an den verschiedenen Fundorten in gleicher Weise.

Helix paricincta n. Taf. 1, Fig. 8—13.

v. Martens, Sitzungsberichte d. Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, October 1879, S. 125.

Testa subdepresso-globosa, perforata, striatula et lineis spiralibus subtilissimis aegre conspicuis sculpta, denique plerumque malleata, pallide flavescens, fasciis fuscis symmetricis 2—4, rarius nullis: anfractus 6, convexiusculi, spira conoidea, apice obtuso, flavido, ultimus rotundatus, antice distincte deflexus; apertura sat obliqua, exciso-orbicularis, peristomate obtuso, leviter expansiusculo et intus perforationem semitegente albo.

Diameter major $20\frac{1}{2}$—$22\frac{1}{2}$, minor 18—$18\frac{1}{2}$, altitudo $16\frac{1}{2}$—$17\frac{1}{2}$, aperturae diameter incluso margine columellari 12, excluso 10, latitudo 11 Millim.

A) *bisbicincta:* albida, fasciis 4 (3), binis superis, binis inferis, intermediis interdum conjunctis,: formula (1. 2.) 3. 4. 5., Fig. 8 und 9.

B) *ambicincta:* flavescens, fasciis 2, altera suturali, altera basali, formula (1. 2.) — — 5., anfractu ultimo valde malleato, Fig. 10.

C) *incincta:* albida, fasciis nullis, anfractu ultimo valde malleato, Fig. 11.

D) *bilaticincta*: minor, elatior, albida, fasciis 2 (1) latis, altera supera, altera infera, formula (1. 2. 3.) (4. 5.), interdum conjunctis, formula (1. 2. 3. 4. 5.), apertura breviore. Fig. 12, 13.

Diam. maj. 17, min. 15, alt. 15, apert diam. $9\frac{1}{2}$, alt. $9\frac{1}{2}$ Mill.

Hab. vallem fluvii Ili ejusque affluentium, legit Przewalski ad fl. Kungess circa 1300 met. altit. 1878, Dr. A. Regel prope Kuldsha et Kasch 1879.

Schale etwas gedrückt kugelig, mit zahlreichen runzligen, der Mündung parallelen Streifen, welche etwas ungleichmässig und namentlich unter Nath meist etwas stärker sind, und mit sehr schwachen, nur unter der Lupe sichtbaren dicht gedrängten Spiralstreifen; nicht selten auch mehr oder weniger vereinzelte hammerschlagartige Eindrücke auf der letzten Windung. Grundfarbe blassgelb, mehr oder weniger weisslich; Bänder kastanienbraun, über und unter dem grössten Umfang der letzten Windung gleichmässig ausgebildet, am häufigsten beiderseits zwei, also im ganzen 4, ziemlich breit, die beiden äusseren dann oft etwas blasser (var. *bisbicincta*, Fig. 8), zuweilen die beiden mittleren im grössten Umfang mit einander verbunden (Fig. 9), etwas weniger häufig die beiden mittleren fehlend, also nur das oberste dicht unter der Nath und das unterste an der Basis in mässiger Entfernung vom Nabel vorhanden, und dann in der Regel die Grundfarbe etwas entschiedener gelblich (var. *ambicincta*, Fig. 10), oder die beiden obern unter sich und wiederum die beiden untern unter sich verbunden, also zwei sehr breite Bänder, durch einen schmalen blassen Zwischenraum im grössten Umfang getrennt (var. *bilaticincta*, Fig. 12), sehr selten auch dieser Zwischenraum verschwunden (Fig. 13.); zuweilen fehlen alle Bänder (var. *incincta*, Fig. 11). Die obersten Windungen sind bei allen einfarbig, gelbbraun, die erste heller. Es sind 6 Windungen vorhanden, durch eine mässig vertiefte Nath von einander geschieden, ohne Kante, oben und unten ziemlich gleichmässig abgerundet, die Unterseite daher mässig gewölbt, mit engem Nabel. Die letzte Windung unmittelbar vor der Mundöffnung deutlich herabgebogen, die Mündung ausgeschnitten-kreisförmig, in ihrer obern Hälfte etwas mehr schief, als in der untern, Einfügung der beiden Mundränder weit von einander abstehend; der Aussenrand dünn, kaum etwas ausgebogen, ganz oben stark gebogen, unten in weitem Bogen in den Columellarrand übergehend, oft mit einer schwachen weissen Innenlippe versehen; der Columellarrand breit zurückgeschlagen, den Nabel halb bedeckend.

Bei Kuldsha von Dr. A. Regel gesammelt.

Ausser der Färbung wechselt die Gestalt auch einigermaassen im Verhältniss der Höhe zum Durchmesser; die relativ höchsten gehören zu *bilaticincta*, die breitesten zu *ambicincta*, die absolut grösste, 24 Millim. im grossen Durchmesser und 19 hoch, ist ohne Bänder. Zwischenstufen zwischen den aufgeführten Bändervarietäten sind unter einer grössern Anzahl von Exemplaren nur in der Weise vorhanden, dass das mittlere Bänderpaar nicht völlig verschwunden ist, sondern noch ganz schwach angedeutet, oder dass die Verbindung der Bänder in der Peripherie mehr oder weniger vollständig ist (Fig. 13). Manche Exemplare zeigen vernarbte Stellen, was darauf hindeutet, dass sie entweder dem Herunterfallen von

einem höhern Punkte oder äussern Feinden öfter ausgesetzt sind. Die Individuenzahl der verschiedenen Varietäten unter den mir vorliegenden, anscheinend an demselben Ort gesammelten Stücken vertheilt sich so, dass auf je 12 *bisbicincta* 9 *incincta*, 5 *ambicincta* und nur 1 *bilaticincta* kommen.

Unter den im Thal des Ili von Przewalski gesammelten Stücken fällt ein Exemplar durch höhere, mehr aufgeblasene Form und die Schmalheit der Bänder auf, sodass es sich einigermaassen der vorhergehenden Art nähert, doch sind die Bänder ihrer Stellung und relativen Breite nach diejenigen von *bisbicincta*, (1. 2.) 3. 4. 5., nicht — 2. 3. 4. 5., wie bei einigen *duplocincta* (Fig. 3), und auch die Schiefe des Columellarrandes passt besser zu *paricincta*. Die Masse sind: Diam. maj. $22\frac{1}{2}$, min. 19, alt. 19, apert. diam. $12\frac{1}{2}$, alt. 11 Mill. Da übrigens von demselben Fundort beide Arten in Mehrzahl vorliegen, so könnte man an einen Bastard denken.

In den oben angegebenen Formeln für die Bänder ist, um dieselben mit den bekannten[1]) von *Helix nemoralis* und *hortensis* in Einklang zu bringen, angenommen, dass das erste und zweite Band mit einander verbunden sei; es ist das aber hier etwas künstlich, denn dieses oberste Band entspricht in Auftreten und Breite augenfällig dem untersten, das nach denselben Formeln als einfaches fünftes zu betrachten ist, und auch auf den obern Windungen erscheint dasselbe nie in zwei geschieden, wie das doch mit dem ersten und zweiten bei *Hel nemoralis* und *hortensis*, wenn sie auch auf der letzten Windung verbunden sind, fast immer der Fall ist. Wenn man die *H. paricincta* und *duplocincta* für sich allein betrachtet, ist es viel natürlicher, den Zwischenraum zwischen den beiden mittlern Bändern als morphologische Mittellinie zu betrachten und von Bänderpaaren zu sprechen, einem innern und einem äussern, bei *duplocincta* beide schmäler und einander näher als bei *paricincta*. Bei var. *bisbicincta* und einigen *duplocincta* (Fig. 3) sind beide Paare vorhanden, bei den meisten *duplocincta* fehlt das äussere Paar, bei var. *ambicincta* das innere. Wenn man nun *H. nemoralis* und *hortensis* damit vergleicht, so entspricht ihr drittes und viertes Band dem innern Paar, ihr fünftes dem linken (untern) des äusseren Paars, ihr erstes und zweites dem rechten (obern) äussern, und in der That sind beide zusammen auch ungefähr so breit, wie das fünfte allein. Uebrigens kommt das oberste Band von *paricincta* der Nath weit näher, als das erste von *nemoralis* und *hortensis*.

Was die systematische Stellung dieser zwei neuen Arten betrifft, so scheinen sie mir am nächsten an *H. Maacki* Gerstf. aus dem Amur-Land sich anzuschliesssen, die Form der Mündung und die Stellung der Bänder stimmen im wesentlichen überein, auch die Skulptur, nur sind bei unsern Arten die Rippen schwächer und die hammerschlagartigen Eindrücke stärker, ferner ist bei den unsrigen der Nabel etwas mehr zugedrückt und es ist 1 Windung weniger vorhanden, junge Exemplare von gleicher Windungszahl sind bei *H. duplocincta* und *paricincta* grösser als bei *H. Maacki*. Diese ist aber selbst schwer in eine der bekannten *Helix*-Gruppen einzureihen, einerseits lässt sie sich an die japanisch-chine-

1) Zuerst von meinem Vater in den Nova Acta Acad. Caes. Leopoldinae vol. XVI, 1832 aufgestellt.

sischen *Camenen* anschliessen, andererseits scheinen die unsrigen doch nicht allzuweit von der europäischen *Helix fruticum* entfernt werden zu können.

Dieses wird im wesentlichen bestätigt durch die Weichtheile, welche an einigen Exemplaren von *Helix paricincta* noch erhalten waren; Hr. G. Schacko und Dr. G. Pfeffer haben auf meine Bitte sich der Mühe unterzogen, aus den eingetrockneten Resten noch Kiefer und Reibplatte (Zunge), Pfeil und die drüsigen Anhänge des Geschlechtsapparates herauszupräpariren, dieselben zeigen, mit denen der verschiedenen europäischen *Helix*-Gruppen verglichen, eine nähere Uebereinstimmung mit denen der *Fruticicolen*, namentlich mit *Helix fruticum*. Von *H. arbustorum*, an welche man nach der allgemeinen Gestalt der Schale, und von den *Pentataenien* (*Tachea* u. s. w.), an die man wegen der ausgeprägten Bänder-Variationen denken konnte, wird *H. paricincta* sehr bestimmt durch die Gestalt des Pfeils getrennt. Auch die bei *H. duplocincta* noch deutlicher ausgesprochene weissliche Binde in der Peripherie der Schale ist ein für die *Fruticicolen* bedeutsamer Charakter. So bilden diese beiden schönen neuen Arten eine eigenthümliche Erweiterung derjenigen *Helix*-Gruppe, welche für das palaearktische Gebiet eine der am meisten charakteristischen ist.

Helix rubens Mts. Taf. 2, Fig. 1—4.

v. Martens in Fedtschenko's Reise, Mollusken S. 12, Taf. 1, Fig. 6; Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin 1877, S. 240; concholog. Mittheilungen I. S. 11, Taf. 4., Fig. 1—6. — Pfeiffer, Monographia heliceorum VII, p. 279.

Testa conoideo-globosa, anguste umbilicata, solidula, grossiuscule striata et lineis spiralibus subtilibus parum distinctis sculpta, vix nitidula, rufo-cornea, fascia peripherica alba plus minusve distincta; anfr. 6, supremi planiusculi, lente accrescentes, spiram convexo-conoideam efficientes, ultimus rotundatus, ad aperturam paulo descendens; apertura modice obliqua, emarginato-circularis, peristomate intus leviter labiato, marginibus distantibus, supero recto, infero expansiusculo, columellari modice dilatato.

Var. *B. concolor*, fascia alba evanescente. Fig. 1.
Diam. maj. 17, min. 14, alt. 15, apert. diam. $10\frac{1}{3}$, alt. obliqua 9 Mm.
Hab. in montibus Tarbagatai, communicavit Dr. H. Dohrn.

Var. *C. Finschiana;* subglobosa, anfractu ultimo pallido. Fig. 2.
Diam. maj. 20, min. 16, alt. 15, apert. diam. 11, alt. obl. 10 Mm.
Hab. ad fluvium Lepsa in acclivitate montium Alatau, legit Dr. O. Finsch. 14. Mai 1876.

Var. *D. Zeiliana*, elatior, pallide rubello-albida, fascia evanescente. Fig. 3.
Diam. maj. 16, min. $13\frac{1}{2}$, alt. 14, apert. diam. 9, alt. obl. $8\frac{1}{2}$ Mm.
Hab. in montibus Alatau, altitudine 1900 Met., legit comes Waldburg-Zeil. 16. Mai 1876.

Var. *E. Regeliana*, depressa, albida. Fig. 4.

Diam. maj. 18, min. 15, alt. $11\frac{1}{2}$—13, apert. diam. 9, alt. obl. $9\frac{1}{3}$ Mm.

Hab. prope Kuldsha, legit Dr. A. Regel.

Der Typus dieser Art ist von Prof. Al. Fedtschenko im Thal des Sarafschan gesammelt und in dessen Reisewerke näher beschrieben worden. Seitdem sind mir mehrere Formen aus weiter östlich gelegenen Fundorten zugekommen, welche sich theils durch blassere Färbung, theils in dem Grade der Erhebung des Gewindes auffallend von jenem Typus unterscheiden, aber doch nicht wohl als eigene Arten zu betrachten sind; denn auch bei denjenigen, bei welchen die letzte Windung fast weiss und ohne Band ist, *Finschiana* und *Zeiliana*, zeigen die früheren Windungen die dunkler röthliche Farbe und das weisse Band noch ganz deutlich, während die in der Form abweichendste, sehr niedrige *Regeliana* zwar überall weisslich ist, aber doch auf allen Windungen das undurchsichtig weisse Band deutlich zeigt; übrigens dürften lebende Exemplare vielleicht lebhafter gefärbt sein, die von Kuldsha mir vorliegenden scheinen alle in todtem Zustande gesammelt. Das abgebildete Stück dieser var. *Regeliana* ist das niedrigste, andere gleichzeitig gefundene sind schon etwas höher.

Dr. Pfeffer hat die Weichtheile der var. *Zeiliana* und der var. *Finschiana* untersucht und beide im wesentlichen unter sich und mit denen der europäischen *Fruticicolen* übereinstimmend gefunden; der Pfeilsack ist doppelt.

Helix Semenowi Mts. Taf. 2, Fig. 5—7.

v. Martens, Malakozoologische Blätter XI, 1864, p. 115, Taf. 3, Fig. 6—8; in Fedtschenko's Reisewerk, Mollusken, S. 16, Taf. 1, Fig. 12; Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin 1877, S. 241; conchologische Mittheilungen I, S. 14, Taf. 4, Fig. 10—13. — Pfeiffer, Monographia heliceorum V, p. 203.

Testa globoso-depressa, anguste umbilicata, pallide rubens, striata et lineis spiralibus subtilissime sculpta; spira conoidea, apice obtusa, concolor; sutura profundiuscula; anfr. 5—$5\frac{1}{2}$, tumidi, ultimus teres, antice breviter descendens; apertura parum obliqua, emarginato-circularis, peristomate recto, obtuso, intus albolabiato, marginibus vix appropinquatis, utroque arcuato, columellari calloso, externo subperpendiculari.

Diam. maj. $9\frac{1}{2}$—13, min. $8\frac{1}{2}$—11, alt. $6\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$, aperturae diam. $4\frac{1}{2}$—7, alt. obliqua 5—7 Mill.

Habitat ad montes Tianschan et Alatau, leg. P. Semenow, 1857 trans lacum Issyk-Kul, et Dr. Finsch 1876 ad lacum Ala-Kul, Przewalski in valle fluvii Ili et Kungess usque ad circiter 1300 Met. alt. 1878, Dr. Regel prope Kuldsha.

Var. *depressa* (Mousson mscr.), spira depressa, vix prominula. Taf. 2, Fig. 7.
Diam. maj. 12, min. 10, alt. 7, apert. diam. 6, alt. obl. 6 Mm.
Hab. prope Kuldsha, legit Dr. A. Regel.

Schale ziemlich niedergedrückt, eng genabelt, deutlich und ungleichmässig gestreift, mit äusserst feinen kaum sichtbaren Spirallinien, blassröthlich, unten heller; 5—$5^1/_2$ Windungen, durch eine ziemlich tiefe Nath getrennt, gewölbt, ein mässig vorragendes konisches Gewinde bildend; die Spitze des Gewindes und ein mässig breites Nathband auf der letzten Windung öfters etwas dunkler als die übrige Schale. Unterseite stark gewölbt. Nath vorn nur wenig herabgebogen. Mündung wenig schief, breit und fast gleichseitig mondförmig, Mundsaum gerade, aber mit deutlicher weisser Innenlippe, Oberrand kurz gebogen, Aussenrand fast senkrecht, Unterrand regelmässig gebogen, unmerklich in den sehr dicken Columellarrand übergehend.

Auch diese Art ist schon in Fedtschenko's Reisewerk nach von P. Semenow gesammelten Exemplaren von mir beschrieben, aber da diese verbleicht und verwittert waren, verkannte ich damals ihre nähere Verwandtschaft mit *H. rubens*, welche erst an den frisch gesammelten Stücken, von Dr. Finsch und Regel, durch ihre Oberflächenbeschaffenheit (röthliche Farbe und mässigen Glanz) deutlicher hervortritt. Schon unter 6 Exemplaren von Kuldsha ist eine Verschiedenheit in der absoluten Grösse sowohl, als in der verhältnissmässigen Höhe des Gewindes und Wölbung der letzten Windung sehr merklich und ebendesshalb möchte ich auch das oben sehr stark niedergedrückte Exemplar, das Prof. Mousson von Dr. Regel erhalten und in seiner Sammlung als *H. depressa* bezeichnet hat, nur als Abart ansehen; es entspricht auffällig der flachgedrückten var. *Regeliana* von *H. rubens*, ebenfalls von Kuldsha.

Eines der von Regel gesammelten Exemplare zeigt noch den weissen Papierdeckel, womit sich diese Schnecke wahrscheinlich gegen Trockenheit oder sonst ungünstiges Wetter schützt; derselbe ist aber merklich fester und dicker als derjenige der in Mitteleuropa einheimischen Landschnecken (ausgenommen *H. pomatia*).

Helix rufispira Mts.

v. Martens in Fedtschenko's Reisewerk, Mollusken, S. 9, Taf. 1, Fig. 7 und Taf. 3, Fig. 38. — Pfeiffer, Monographia heliceorum VII, pag. 234.

Var. **albidorsalis** Mss. Taf. 2, Fig. 8.

Mousson mscr., v. Martens, Conchologische Mittheilungen I, S. 14, Taf. 4, Fig. 18—20.

Testa depressa, anguste umbilicata, superne inaequaliter ruguloso-striata, subinde malleolata, inferne confertim striolata, nitidiuscula, rufoflavescens, zona peripherica et regione umbilicari late albis; spira prominula, anfr. 5, convexiusculi, lente crescentes, ultimus sub-

angulatus, angulo versus aperturam evanescente, infra sat convexus, antice paululum descendens; apertura sat obliqua, lunato-rotundata, peristomate recto, intus sublabiato, marginibus conniventibus, columellari dilatato.

Diam. maj. 16, min. 13, alt. 9, apert. diam. 8, lat. obl. 7 Mill.

Hab. prope Kuldsha, legit Dr. Regel 1879.

Schale flach, eng genabelt, oben mit ungleichmässigen runzelartigen Wachsthumsstreifen, unten feiner und gleichmässiger gestreift. Färbung blass gelblichroth, mit ziemlich breiter weisser Binde im grössten Umfang, auch die Nabelgegend ist weiss. Gewinde nur wenig vorragend; 5 etwas gewölbte Umgänge, langsam zunehmend, der letzte mit einer sehr stumpfen Kante, welche nach vorn zu sich verliert, aber an den früheren Windungen bei unausgewachsenen Exemplaren scharf hervortritt. Mündung ziemlich schief, mässig ausgeschnitten, Mundsaum gerade, mit sehr schwacher Innenlippe; Einfügung der Mundränder beiderseits einander etwas genähert. Columellarrand etwas verbreitert, doch ohne den sehr engen Nabel irgendwie zu bedecken.

Unterscheidet sich nicht viel von der typischen *rufispira* aus dem Thal des Sarafschan, hauptsächlich durch Erhaltung der stumpfen Kante auf einem Theil der letzten Windung und durch den noch etwas engeren Nabel; zugleich ist sie etwas grösser und enthält einen halben Umgang mehr. Die hellere Färbung erklärt sich vielleicht daher, dass nur sehr wenige todtgefundene Exemplare, welche wahrscheinlich abgebleicht sind, vorliegen.

Helix phaeozona Mts. Taf. 2, Fig. 10, 11.

v. Martens in Fedtschenko's Reisewerk, Mollusken S. 13, Taf. 1, Fig. 8 und Taf. 3, Fig. 39. — Pfeiffer, Monographia heliceorum VII, p. 279. — G. Nevill, Second Yarkand mission, Mollusca p. 2, pl. 1, fig. 8.

Testa conoideo-semiglobosa, anguste umbilicata, ruditer striata, lineis spiralibus subtilissimis confertis, alba, fascia unica latiuscula peripherica rufofusca; spira conoidea, anfr. $5\frac{1}{2}$, convexiusculi, ultimus basi modice convexus, sutura antice descendente; apertura parum obliqua, lunato-rotundata, peristomate intus incrassato, margine supero recte, externo et infero expansiusculis, columellari dilatato expanso.

Diam. maj. 17 (14), min. $14\frac{1}{2}$ ($11\frac{1}{2}$), alt. $12\frac{1}{2}$ (10), aperturae diam. $8\frac{1}{2}$ (7), alt. obliqua 8 ($6\frac{1}{3}$) Mill.

Hab. cis et trans montes Tianschan, legerunt Al. Fedtschenko in chanatu Chokand, Przewalski in valle fluvii Ili, F. Stoliczka ad Sasak Taka (Sassteke) circa 1980 Met. altit. et Pasrobat regionis Yarkandensis.

Bei grosser sonstiger Uebereinstimmung mit den in Kokand gesammelten Exemplaren unterscheiden sich diejenigen aus dem Thale des Ili-Flusses nur dadurch, dass die Nath vor

der Mündung sich etwas stärker herabbiegt, daher die obere Hälfte der Mündung etwas schiefer, dem Horizontalen näher, liegt und die ganze Mündung im Profil gedrückter, von unten breiter erscheint; auch ist der Mündungssaum etwas breiter; die beiden vom Ili mir vorliegenden Exemplare sind in der Grösse sehr verschieden, das eine grösser, das andere kleiner als diejenigen von Kokand, daher die Dimensionen beider oben angegeben sind, diejenigen des kleinern in Klammern.

Unter den von Stoliczka in der Gegend von Yarkand gesammelten Exemplaren finden sich der Abbildung bei Nevill nach zu urtheilen solche, die diesem grössern vom Ili-Thal höchst ähnlich sind. Die verhältnissmässige Erhebung des Gewindes variirt auch bei dieser Art nach Nevill's Angabe, der eine grössere Anzahl von Exemplaren vergleichen konnte, und auch bei den wenigen mir vorliegenden sind Differenzen hierin ersichtlich; betreffs der Färbung zeigt die Mehrzahl ein scharf markirtes rothbraunes Band auf rein weissem Grund, aber bei einigen wird auch die Unterseite etwas bräunlich und bei einem (Fig. 11) ist auch die Oberseite gelblich und das Band nach oben verwaschen.

Helix Orithyia Mts. Taf. 2, Fig. 12, 13.

v. Martens in den Sitzungsberichten d. Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, Mai 1879, S. 73.

Testa anguste umbilicata, globoso-depressa, oblique et subirregulariter plicato-striata, albida, fasciis 2 diaphanis angustis picta; anfr. $5\frac{1}{2}$, convexiusculi, ultimus rotundatus; apertura diagonalis, transverse lunari-rotundata, peristomate patulo, margine columellari late reflexo.

Diam. maj. 20, min. 16, alt. 13, apert. diam. 11, lat. 10 Mill.

Hab. strata argillaceo-pulverulenta pleistocaenica (Löss) provinciae Chinensis Honan, legit Ferd. v. Richthofen.

Schale mit engem Nabel, niedergedrückt, unregelmässig faltenstreifig, weiss, meist mit 2 schmalen durchscheinenden Bändern in der Peripherie; Windungen $5\frac{1}{2}$, ziemlich gewölbt, die letzte abgerundet; Mündung diagonal, quer mondförmig, Mundsaum etwas ausgebogen, Columellarrand nach innen stark verdickt.

Ich nahm diese Schnecke aus dem chinesischen Löss, wo sie mit *H. pyrrhozona*, *Buvigneri* (*Richthofeni*) und *Yantaiensis* zusammen vorkommt, hier auf, weil sie noch nicht abgebildet war; sie verbindet gewissermaassen unsere *H. phaeozona* mit *pyrrhozona*.

Helix Przewalskii n. Taf. 2, Fig. 9.

Testa depressa, aperte umbilicata, irregulariter striatula et indistincte spiratim lineata, fuscogrisea, strigis maculisque albidis variegata, apice rufescente; spira vix prominula;

anfr. $5\frac{1}{2}$, sutura profundiuscula discreti, ultimus infra paulum convexior, ad peripheriam vix subangulatus, prope aperturam rotundatus, striga incrassata flavido-alba ornatus, peristomate?

Diam. maj. 19, min. 18, alt. 11 Mm.

Hab. ad fluvium Tetunga, in prov. Sinensi Kansu, legit Przewalski Iul. 1880.

Schale niedergedrückt, offen genabelt, mit unregelmässigen Wachsthumsstreifen und nur stellenweise erkennbaren, schwach eingedrückten, meist kurzen und nicht dichtgedrängten Spirallinien, braungrau, mit weisslichen Striemen und Flecken. Gewinde kaum vorragend; $5\frac{1}{2}$ etwas langsam zunehmende Windungen mit ziemlich tiefer Nath, die oberste röthlich, die letzte unten merklich mehr gewölbt als oben, in der Peripherie kaum eine Spur einer Kante, die nach vorn vollständig verschwindet, vorn nicht herabsteigend. Ein weissgelber, verdickter Striemen etwas hinter der Mündung. Diese ist bei dem einzigen vorliegenden Exemplar nicht erhalten, sodass über die Beschaffenheit des Mundrandes nichts angegeben werden kann.

Am Flusse Tetunga, chinesische Provinz Kansu oder Gan-ssu, im obern Gebiet des Hoango, von Przewalski im Juli 1880 gesammelt.

Diese interessante Art sieht auf den ersten Anblick der europäischen *Helix Schmidtii* Ziegl. (aus Krain) so ähnlich, dass man sie für identisch zu halten versucht sein kann, namentlich ist die charakteristische Färbung und Zeichnung sehr übereinstimmend, nur ist bei der asiatischen Art die Spitze mehr röthlich. Bei näherer Vergleichung zeigt sich bei der Asiatin ferner die erste Windung etwas kleiner, die Zunahme der Windungen etwas langsamer, der Nabel ein wenig weiter; ein weiterer Unterschied liegt in dem Auftreten der wenn auch noch so undeutlichen Spiralstreifung. Endlich muss es noch unentschieden bleiben, ob *H. Przewalskii* auch einen umgeschlagenen Mundrand hat, wie *H. Schmidtii*, und damit, ob sie auch in die Gruppe *Campylaea* gehört. Aehnlich ist auch die Schale von *Nanina Chastelii* Fer. (angeblich aus Madagaskar). Doch ist auch bei dieser die erste Windung grösser, der Nabel enger, die Kante in der Peripherie deutlicher und durch ein weisses Band bezeichnet.

Helix Mongolica Mlldf. Taf. 2, Fig. 14, 15.

v. Möllendorff, Jahrbücher der deutschen malakozoologischen Gesellschaft VIII, 1881, S. 39, Taf. 1, Fig. 10.

Testa umbilicata, depressa, oblique costulata et carina crenulata munita, griseo-brunnea, anfr. 5, spiram supra planiusculi, sutura superficiali juncti, ultimus infra sat convexus, antice paulum descendens; apertura diagonalis, late lunata, intus labiata, peristomate albo, margine externo recto, ad insertionem horizontali, infero reflexo, intus subincrassato, columellari brevi, dilatato, reflexo.

Diam. maj. 15, min. $12^1/_2$, alt. 7—8, apert. alt. obliqua 6, diam. $6^1/_2$ Mill.

Hab. ad Weitschang in confinibus Mongoliae et provinciae Sinensis Petscheli, legit Dr. O. v. Möllendorff.

Schale ziemlich weit genabelt, niedergedrückt, mit etwas schiefen, feinen Rippen und einem Kiel, der durch die hinüberlaufenden Rippen gekerbt erscheint, matt graubraun; Windungen 5, oben flach, durch eine oberflächliche Nath verbunden, letzte Windung unten gewölbt, vorn nur wenig herabsteigend; Mündung diagonal, breit mondförmig, mit innerer Lippe, welche aussen gelb durchscheint, Mundsaum weiss, Aussenrand oben gerade und horizontal, Unterrand umgeschlagen, innen ein wenig verdickt, Columellarrand kurz ausgebreitet. Sowohl die an sich geringe Erhebung des Gewindes, als die Weite des Nabels variirt etwas.

Diese Art steht zwischen *Helix Pekingensis* Desh. (*tschiliensis* Möllendrf.) und *plectotropis.*

Dieselbe ist hier mit aufgenommen, weniger ihres Namens wegen, als weil es ihrem Fundorte nach wahrscheinlich ist, dass sie sich noch weiter landeinwärts in unser Gebiet erstrecke.

Helix plectotropis Mts.

v. Martens, Malakozoologische Blätter XI, 1864, S. 114, Taf. 3, Fig. 3—5. — Fedtschenko's Reise, Moll. S. 17, Taf. 1, Fig. 11. — G. Nevill, Second Yarkand mission, Moll. p. 3, Taf. 1, Fig. 4—6.

Hab. Tianschan, leg. P. Semenow 1863; Sasak Taka regionis Yarkandensis, leg. Stoliczka 1873.

Diese an den angeführten Orten hinreichend beschriebene Schnecke wird hier nur noch einmal aufgeführt, um daran zu erinnern, dass sie für den Tianschan charakteristisch und nun auch auf der Südseite desselben wiedergefunden ist. Eine kleinere Verwandte derselben ist *H. Mataianensis* Nevill, loc. cit. Fig. 7, 9, aus dem Dras-Thale im Gebiete von Ladak.

Helix Stoliczkana Nev. Taf. 2, Fig. 16.

Nevill mscr., v. Martens in den Sitzungsberichten d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin, 1875, S. 97, und in Pfeiffer's Novitates conchologicae, Band V, S. 37, Taf. 143, Fig. 9—13, 1877 (nach von Nevill erhaltenen Exemplaren). — Nevill, Second Yarkand mission, Moll. p. 3, pl. 1, fig. 4—6, 1878.

Testa umbilicata, depressa, oblique costulato-corrugata, alba, fusco-bifasciata, spira vix prominula, apice papillari, nitido, griseo vel albido; anfr. $4^1/_2$—5, sat celeriter crescen-

tes, sutura sat profunda discreti, ultimus rotundatus, antice breviter descendens; apertura diagonalis, lunato-subcircularis, peristomate levissime expanso, intus sublabiato, margine supero et infero subaequaliter curvatis, callo tenui junctis.

Diam. maj. 17, min. $13\frac{1}{2}$, alt. 8, apert. alt. obliqua et lat. 8 Mill.

Hab. Sasak-Taka (Sassteke) altit. circa 2160 m., et Pasrobat regionis Yarkandensis, legit def. F. Stoliczka 1873.

Ich führe diese hübsche Art hier nur nochmals an, um die russischen Reisenden auf sie aufmerksam zu machen und die Reihe der für Centralasien eigenthümlichen *Helix*-Formen zu vervollständigen. Ueber ihre systematische Stellung kann man zweifelhaft sein; Nevill selbst stellt sie zu *Xerophila* und nennt sie der *H. ericetorum* sehr ähnlich, doch in der Form der Mündung verschieden; die Spitze ist in der That auch dunkelbraun, wie in der Regel bei den *Xerophilen.* Aber die zwei Bänder in der Peripherie, ohne schmälere an der Unterseite, passen nicht zu dieser Gruppe, und überdiess erscheint der Mundsaum auf Nevill's Abbildung deutlich ausgebogen, was ebenfalls den *Xerophilen* nicht zukommt. (Das Exemplar, welches mir von Nevill geschickt wurde und in den Novitates abgebildet ist, scheint nicht vollständig erwachsen, denn der Mundsaum ist an ihm noch gerade.) Die Anordnung der Bänder (— — 3. 4. —) stimmt mit derjenigen einiger kaukasischen *Campylaeen* überein, z. B. *Narzanensis* und *Eichwaldi*, die aber alle einen stark und breit umgebogenen Mundsaum zeigen. Das geographische Vorkommen aber mahnt daran, sie mit den andern weissen gebänderten Arten Mittelasiens zu vergleichen, und da möchte ich sie denn doch nicht allzuweit von *H. phaeozona*, trotz ihres offenen Nabels, stellen; auch die nordchinesische *pyrrhozona* darf herbeigezogen werden, und ich bin nicht abgeneigt, alle diese, selbst noch *plectotropis*, zusammenzustellen und vorläufig mit einigen ächt indischen kleineren Arten unter dem Namen *Trachia* (vergl. Albers, Heliceen, 2. Ausgabe, S. 160) zusammenzufassen. Die stärkere, mehr oder weniger rippenartige Streifung bildet einen gemeinschaftlichen Zug für dieselben. Die polynesische *Helix Tuckeri* fällt selbstverständlich aus dieser Gruppe weg.

Helix cavimargo Mts. Taf. 2, Fig. 17.

v. Martens, Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforschender Freunde in Berlin, Oct. 1879, S. 126.

Testa depressa, carinata, umbilicata, striatula, opace alba, interdum fusco-bifasciata; spira breviter prominula, anfractus $4\frac{1}{2}$, gradati, superne ad suturam planiusculi, dein subangulato-declives, supra carinam excavati, ultimus infra regulariter convexus, umbilico lato, perspectivo, sutura prope aperturam paulum deflexa; apertura valde obliqua, late inaequilatero-lunata, peristomate tenui, expansiusculo, intus leviter labiato, albo, marginibus appropinquatis, supero sinuato, infero arcuato.

Diam. maj. 10, min. 8, alt. $4^1/_2$, aperturae diameter 4, altitudo obliqua $3^1/_2$ Mm.
Hab. Kuldsha, legit A. Regel 1879, et ad fluvium Kungess, 1300 met. alt., legit Przewalski 1878.

Schale niedergedrückt, gekielt und genabelt, mit schwachen und etwas ungleichmässigen Wachsthumsstreifen, weiss, öfters mit zwei rothbraunen, etwas breiten Spiralbändern, das eine über, das andere unter der Nath. Windungen $4^1/_2$, die erste oben gleichmässig gewölbt, glatt, rein weiss; die folgenden an der Oberseite zunächst der Nath flach, dann plötzlich mit einer stumpfen Kante abschüssig werdend bis zu einer breiten Furche oberhalb des Kiels, auf der Unterseite regelmässig gewölbt; man kann daher sagen, die Schale habe zwei Spiralkanten, die eine, stumpfe, über, die andere, schärfere, im grössten Umfange, beide durch eine Aushöhlung von einander getrennt. Der Nabel ist weit und lässt alle Windungen von unten erkennen. Die Nath biegt sich unmittelbar vor der Mündung merklich herab und dadurch kommt die Mündung sehr schief zu stehen; sie ist breit ungleichseitig mondförmig, der obere und untere Rand an der Einfügung einander ziemlich genähert, der obere der stumpfen Kante entsprechend ausgebuchtet, der untere regelmässig gebogen. Der Mündungsrand selbst ist dünn und etwas ausgebogen, dahinter kommt eine schwache Verdickung.

Unter mehr als 20 Exemplaren, welche A. Regel bei Kuldsha gesammelt hat, finden sich nur geringe Variationen in der Grösse an sich und in der verhältnissmässigen Erhebung des Gewindes; Bänder sind bei den meisten gar nicht, bei einigen spurweise, nur bei einem Exemplar gut ausgebildet vorhanden, die Stücke scheinen übrigens schon in todtem Zustand gefunden zu sein.

Diese Schnecke erinnert zunächst an die gekielten *Xerophilen* von den Küsten des schwarzen und Mittelmeeres, wie *H. filimargo*, *crenimargo*, *corrugata* u. a., von denen sie sich theils durch den Mangel stärkerer, den Kiel einkerbender Runzeln, theils durch die obere stumpfe Kante leicht unterscheidet. Auch fehlt ihr die dunkle bräunliche Färbung der obersten Windung, welche bei den europäischen *Xerophilen* allgemeine Regel ist, doch auch zuweilen, z. B. bei der sicilisch-algerischen *H. Rozeti* Mich., fehlt, und die Mündungsränder sind einander mehr genähert, so dass man auch an nähere Verwandtschaft mit asiatischen Formen, wie *H. fallaciosa* (*Trachea*) und *plectotropis*, denken darf.

Helix pulveratrix n. Taf. 2, Fig. 8.

Testa globosa, perforata, costulis rugaeformibus sat confertis subobliquis exarata, alba, fasciis 2 diaphanis, supera angustiore; anfr. $5^1/_2$ regulariter crescentes, spiram obtuse conoideam efficientes, primus laevis, secundus et tertius subplani, quartus convexiusculus, quintus supra et infra subaequaliter convexus, sutura antice vix descendente; apertura diagonalis, sinuato-semirotunda, peristomate crasso, albo, intus labiato, margine externo recto, superne

arcuatim ascendente, oblique inserto, margine infero subexpanso, intus calloso-subtuberculato, margine columellari brevi, reflexo.

Diam. maj. 14, min. 12, alt. $10^{1}/_{2}$, apert. diam. 8, alt. obliqua 7 Mill.

Helix pulveratricula n. Taf. 2, Fig. 19.

Testa globoso-depressa, perforata, costulis validis sat confertis inaequalibus subobliquis leviter flexuosis opace albis exarata, interstitiis cinerascentibus; anfr. 5, regulariter crescentes, primus laevis, ceteri aequaliter convexiusculi, sutura sat profunda, ultimus supra magis abrupte declivis, infra rotundatus, sutura antice distincte descendente; apertura diagonalis, oblique lunata, peristomate crasso, albo, intus sublabiato, margine externo recto, superne subangulato, horizontaliter inserto, margine infero subexpanso, intus calloso-tuberculato, margine columellari brevi, reflexo.

Diam. maj. $7^{2}/_{3}$, min. $6^{1}/_{2}$, alt. 5, apert. diam. 4, alt. obl. $3^{1}/_{3}$ Mill.

Diese beiden neuen Arten aus dem Löss der Provinz Kansu, von Ferd. v. Richthofen gesammelt, sind einander so ähnlich, dass sie auf den ersten Blick sich nur durch die Grösse zu unterscheiden scheinen und erst die nähere Vergleichung noch einige Unterschiede ergibt. Bei beiden ist die Schale abgerundet, mit engem Nabelloch, weiss mit groben runzelartigen, schwach *S*förmig gebogenen Runzelstreifen, der erste der $5-5^{1}/_{2}$ Umgänge glatt, das Gewinde nur mässig vorragend, oben ganz stumpf, die Nath ziemlich tief, vor der Mündung etwas herabgebogen, die Mündung diagonal, unregelmässig schief mondförmig abgerundet, der Mundsaum namentlich nach innen stark verdickt, weiss, oben und aussen geradeaus gerichtet, unten etwas ausgebogen, mit einem stumpfen, breiten Höcker an der Innenseite, an der Columellarseite kurz senkrecht aufsteigend und etwas breiter umgebogen.

Die Unterschiede liegen ausser der Grösse, 14 Mm. im grössten Durchmesser für *H. pulveratrix*, nur $7^{2}/_{3}$ für *pulveratricula*, darin, dass die grössere zugleich mehr kugelig, die kleine stärker niedergedrückt ist, ferner bei *pulveratrix* der letzte Umgang regelmässiger gerundet ist, daher auch der Aussenrand der Mündung bogenförmig zur Einfügung aufsteigt, bei *pulveratricula* dagegen der letzte Umgang erst etwas flach ist und dann mehr plötzlich steil abfällt, daher der Aussenrand der Mündung an der Einfügung mehr horizontal ist und dann eine stumpfe Ecke nach aussen und unten macht. Auch ist bei *H. pulveratrix* der zweite und dritte Umgang flacher, bei *pulveratricula* ebenso gewölbt wie die folgenden. Endlich ist *H. pulveratrix* mit 2 durchscheinend hellgrauen Bändern versehen, welche bei *pulveratricula* fehlen, diese zeigt dagegen die Zwischenräume zwischen den weissen Rippenstreifen meist etwas grau.

Von *H. pulveratrix* habe ich nur zwei Exemplare gesehen, von *pulveratricula* eilf ganz unter sich übereinstimmende. — (*pulveratrix*, im Staube sich badend).

Helix bicallosa Taf. 3, Fig. 1, 2.

Frivaldszky mscr., Pfeiffer, Monographia heliceorum III, 1853, p. 639. — v. Martens, in den Sitzungsberichten d. Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, Juni 1871, S. 46, und Juli 1875, S. 89.

Testa perforata, conoidea, striatula, rufescens, zona suturali pallide rufa, fascia peripherica latiuscula alba; anfr. 8 lente crescentes, convexi, sutura impressa, ultimus subangulatus, antice paulum descendens; apertura parva sat obliqua, lunata, intus labiata, inferne dentibus 2 oblique recurrentibus coarctata, margine externo recto, columellari expanso, ad insertionem breviter dilatato.

Diam. maj. 9, min. $8\frac{1}{2}$, alt. $6\frac{1}{2}$, apert. alt. $2\frac{1}{2}$, diam. $3\frac{1}{2}$ Mill.

Hab. Sibiriam, ad radices montium Altai, legit def. Chr. G. Ehrenberg 1829 ad Buchtarminsk.

Schale mit engem, aber tiefem Nabel, abgerundet konisch, auf der Oberseite mit zahlreichen schwachen Streifen in der Richtung der Anwachslinien versehen, blass röthlich mit einem breiten weissen Band in der Peripherie; 8 langsam zunehmende, gewölbte, durch eine ziemlich tiefe Nath getrennte Windungen, die letzte in der Peripherie sehr stumpfkantig, unten ein wenig abgeflacht, vorn etwas herabgebogen. Mündung schief stehend, mondförmig, durch eine innere weisse Lippe und 2 Zähne verengt, welche beide in der untern Hälfte der Mündung stehen, der eine mehr nach aussen, der andere mehr nach innen am eigentlichen Unterrande; beide stehen auf der inneren Lippe und verlängern sich etwas nach hinten und innen. Mundrand aussen gerade, unten etwas ausgebogen und erweitert, am Columellarrand kurz ausgebreitet.

Stellenweise bilden sich schon vor dem Abschluss des Wachsthums innere Verdickungen am Unterrande, welche dann als hellgelbe Stellen auch von aussen sichtbar bleiben. Von der europäischen *H. bidens* (Fig. 1e) unterscheidet sich diese Art, wie Pfeiffer schon angiebt, durch die Verlängerung der Zähne nach hinten, ferner durch den weniger breiten Mundsaum und das offen bleibende, wenn auch enge Nabelloch.

Vergleichende Uebersicht der mittelasiatischen Arten von *Helix* (einschliesslich *Hyalina*).

	Gestalt.	Grösse (Mm.).	Färbung.	Skulptur.	Kiel.	Nabel.	Mundrand.	Abbildung.
(*Hyalina*) *nitida* Mll.	ziemlich niedergedrückt.	7—8	dunkel gelbbraun.	schwach gestreift, glänzend.	0	mässig weit.	dünn, gerade.	Rossmässler Iconographie Fig. 25.
(*Conulus*) *fulva* Dr.	breit, konisch.	4	blassgelb.	sehr fein gestreift, glänzend.	0	0	» »	Rossmässler Iconographie Fig. 535.
(?) *Moupiniana* Dh.	gedrückt, kugelig.	8	blassgrünlich, durchscheinend.	glatt.	0	0	» »	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873. 2, 16—18.
(*Patula*) *Bianconii* Dh.	flach.	5	bräunlich.	gestreift.	0	sehr weit.	» »	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873. 2, 25—27.

	Gestalt.	Grösse (Mm.).	Färbung.	Skulptur.	Kiel.	Nabel.	Mundrand.	Abbildung.
(*Vallonia*) *Ladacensis* Nevill.	ziemlich flach	$3^1/_2$	grauweiss	fein gerippt	0	weit	ausgebogen, dünn	Unsere Figur
costata Müll.	» »	2—3	gelblich weiss	gerippt	0	»	ausgebogen, dick	Rossmässler Iconogr. Fig. 439.
(*Acanthinula*) *plicatilis* Dh.	gedrückt kreiselförmig.	8	röthlich	»	0	eng	dünn, kaum ausgebogen	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873, 2, 13—15.
(*Fruticicola*) *subechinata* Dh.	flach.	7	bräunlich	borstig	0	breit	dünn, kaum ausgebogen	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873, 2, 19, 20.
submissa Dh.	»	15	hellbraun	»	stumpfkantig	weit	dünn, gerade	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873, 2, 30—32
Davidi Dh.	gedrückt kugelig	10	blassröthlich	schwach gestreift	0	sehr eng	dünn, kaum ausgebogen	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873 2, 10—12.
Sarelii Marts.	gedrückt kugelig	$11^1/_2$	hellbraun	schwach gestreift	0	halb bedeckt	dünn, gerade	noch nicht abgebildet.
Rupelli Dh.	kugelig	21	dunkelbraun	punktirt und gestreift	stumpfkantig	sehr eng	umgeschlagen	Nouv. Arch., Mus. IX, 1873, 1, 1. 2.
Bactriana Hutt.	gedrückt kugelig	14	bräunlich mit heller Mittelbinde	gestreift	0	ziemlich eng	ausgebogen	Reeve Conch. icon. fig. 1376. Conchol. Ind. 130, 1. 4.
Nordenskiöldi Westerl.	ziemlich flach	$10^1/_2$	blassroth mit weisser Mittelbinde	oben rippenstreifig	sehr stumpfkantig	eng	gerade	Abhandl. schwed. Akademie XIV, 2, 1876, 1, 2. Conchol. Mittheil. 4, 14—16.
rufispira Marts.	flach	13—16	roth mit weisser Mittelbinde	gestreift	stumpfkantig	»	gerade mit schwacher Innenlippe	Fedtschenko 1, 7. Unsere Fig.
inopinata Dh.	flach, oben eckig	25	blassröthlich mit heller Binde	schwach gestreift	0	mässig	dünn, kaum ausgebogen	Nouv. Arch. Mus. IX, 1873, 2, 3—5.
Semenowi Marts.	gedrückt kugelig	10—13	blassröthlich (weiss)	gestreift mit feinen Spirallinien	0	eng	gerade, mit Innenlippe	Fedtschenko 1, 12. Unsere Fig.
rubens Marts.	kugelig	16—20	röthlich oder weisslich mit weisser Mittelbinde	gestreift mit feinen Spirallinien	0	»	gerade, mit Innenlippe	Fedtschenko 1, 6. Unsere Fig.
duplocincta Marts.	hochkugelig	20—22	blassgelb mit schmalen dunkeln Bändern.	schwach gestreift mit feinen Spirallinien	0	sehr eng	ausgebogen	Unsere Fig.
paricincta Marts.	etwas gedrückt kugelig	22—25	weisslich mit breiteren dunkeln Bändern	schwach gestreift mit feinen Spirallinien	0	» »	»	» »
(?) *Buvignieri* Dh. (*Richthofeni* Marts.).	gedrückt kugelig	10	weiss	schwach gestreift	0	eng	dick, umgeschlagen	N. Arch. Mus. X, 1874, 3, 22—24. Novitat. conchol. 134, 11—14.

	Gestalt.	Grösse (Mm.).	Färbung.	Skulptur.	Kiel.	Nabel.	Mundrand.	Abbildung.
(*Xerophila*) *Derbentina* Andr.	flach	12—14	weiss mit dunkeln Bändern u. Nathflecken	gestreift	0	weit	gerade, oft mit Innenlippe	Fedtschenko 1, 10.
Candaharica Pffr.	»	16	weisslich mit fleckigen Bändern	»	0	»	gerade, oft mit Innenlippe	Reeve Conch. icon. fig. 456. Conchol. Ind. 131, 5. 6.
Fedtschenkoi Marts.	»	15	einfarbig weiss	»	0	»	gerade	Fedtschenko 1, 9.
(?) *Stoliczkana* Nevill.	»	17	weiss mit 2 dunkeln Bändern	runzelstreifig	0	»	kaum ausgebogen, mit Innenlippe	Nevill. Yark. Exp. fig. 10, 12.
cavimargo Marts.	»	10	weiss mit Spuren von Bändern	schwach gestreift	scharf abgesetzt	mässig weit	kaum ausgebogen, mit Innenlippe	Unsere Fig.
(*Gonostoma*) *Alphonsi* Dh.	ganz flach	9	bräunlich	gestreift	kantig	sehr weit	dick, umgeschlagen, unten mit einem Höcker	N. Arch. Mus. IX, 1873. 2, 20—24.
(*Arionta ?*) *arbusticola* Dh.	kugelig	24	braun weiss gefleckt	»	0	ziemlich eng	dünn, schwach ausgebogen	N. Arch. Mus. IX, 1873. 2, 6, 7.
phaeozona Marts.	gedrückt kugelig	14—17	weiss mit 1 dunkeln Band	grob gestreift	0	eng	verdickt, schwach ausgebogen	Fedtschenko 1, 8. Unsere Fig.
Orithyia Marts.	gedrückt kugelig	20	weiss mit durchscheinenden Bändern	» »	0	»	leicht ausgebogen	Unsere Fig.
pulveratrix Marts.	kugelig	14	weiss mit durchscheinenden Bändern	runzelstreifig	0	sehr eng	dick, umgeschlagen, unten mit stumpfem Höcker	» »
pulveratricula Marts.	gedrückt kugelig	$7^2/_3$	weiss mit grau gemischt	»	0	» »	dick, umgeschlagen, unten mit stumpfem Höcker	» »
(*Corilla ?*) *subsimilis* Dh.	flach	25	weiss, hellbraun geflammt	gestreift	scharf	weit	schwach ausgebogen	N. Arch. Mus. IX, 1873. 2, 28, 29.
(*Plectotropis*) *plectotropis* Marts.	ziemlich niedergedrückt	$16^1/_2$	grauweiss, einfarbig	rippenstreifig	scharf, gekerbt	mässig weit	breit umgeschlagen	Fedtschenko 1, 11.
Tibetica Dh.	flach	19	graubraun	»	scharf, gekerbt	weit	dünn, ausgebogen	N. Arch. Mus. IX, 1873. 2, 8, 9.
Mongolica Mölldff.	ziemlich flach	15	braun, einfarbig	»	scharf, gekerbt	»	umgeschlagen	Unsere Fig.
Mataianensis Nevill.	niedergedrückt	$13^1/_2$	weisslich	nur oben rippenstreifig	scharf, glatt	mittelmässig	gerade?	Nevill. Yark. Exp. fig. 7—9.
(*Perforatella*) *bicallosa* Friv.	konisch kugelig	8—10	röthlich mit weisser breiter Mittelbinde	gestreift	0	eng, halbbedeckt	dick, unten mit 2 Zähnen	(Reeve fig. 1217). Unsere Fig.
Yantaiensis Debeaux.	konisch kugelig	10	weisslich mit rothem mittlerm Band	»	0	eng	dick, oben 2, unten 2 Zähne	Journ. de Conchyl. XII, 1864. 12, 2.

Buliminus labiellus Mts. Taf. 3, Fig. 4.

v. Martens, Conchologische Mittheilungen I, S. 24, Taf. 6, Fig. 1, 2.

Testa obese cylindrico-ovata, anguste perforata, levissime striatula, nitidula, carneo-alba, strigis diaphane corneis irregularibus picta; anfr. 8, planiusculi, sutura mediocriter impressa, 4 primi nigricantes vel fuscescentes, celeriter crescentes, quintus, sextus et septimus diametro subaequales, tumiduli, ultimus deorsum sensim attenuatus; apertura subperpendicularis, $^{2}/_{5}$ longitudinis occupans, truncato-ovalis, peristomate valde incrassato, albo, marginibus subappropinquatis, externo attenuato, arcuato, vix patulo, inferne expansiusculo, stricto, margine columellari obliquo, subcalloso, dilatato, reflexo, callo parietali tenuissimo.

Long. 14, diam. 6, apert. long. 6, lat. $4^{1}/_{2}$ Mm.

Hab. montes Tarbagatai, dedit Dr. H. Dohrn.

Schale dick cylindrisch-eiförmig, eng durchbohrt, leicht gestreift, röthlich weiss, mit unregelmässigen durchscheinend hornfarbigen Striemen. Umgänge 8, ziemlich flach, durch eine schmale nicht tiefe Nath geschieden, die obern 4 bläulich-schwarz oder einfarbig braun, schnell an Breite zunehmend, einen stumpfen Kegel bildend, der fünfte, sechste und siebente ungefähr gleich breit, nur der fünfte merklich kürzer (niedriger) der letzte nach unten allmählich verschmälert. Mündung fast senkrecht, $^{2}/_{5}$ der ganzen Länge einnehmend, annähernd eiförmig, aber oben schief abgeschnitten, Mundsaum sehr dick, weiss, Aussenrand oben nicht ausgebogen, schmäler, nach innen und oben sich krümmend, weiter unten etwas nach aussen umgeschlagen, Unterrand bogenförmig gerundet, Columellarrand auffällig schief, innen und unten etwas wulstig, nach aussen breit umgeschlagen.

Var. **Kokandensis** n.

Testa ovato-oblonga, perforata, leviter striata, subinde malleata, nitidula, alba, strigis inaequalibus diaphano-cinereis picta; anfr. 7—8, convexiusculi, sutura mediocriter impressa, 4 primi pallide flavidi concolores, celeriter crescentes, ultimus penultimo vix latior, deorsum sensim attenuatus; apertura subperpendicularis, $^{3}/_{8}$ longitudinis occupans, truncato-ovalis, peristomate incrassato, expanso, albo, margine columellari subperpendiculari, dilatato, reflexo, callo parietali distincto.

Long. 17—18, diam. $6^{1}/_{2}$—7, apert. long. 7, lat. 6 Mm.

Schale länglich-eiförmig, verhältnissmässig weit durchbohrt, gestreift und zuweilen mit hammerschlagartigen Eindrücken, aber doch recht glänzend, bläulich weiss mit ungleichen

durchscheinenden grauen Striemen. Umgänge 7—8, etwas gewölbt, durch eine nicht tiefe Nath geschieden, die obern 4 einfarbig hellgelblich, niedriger und rascher zunehmend, einen stumpfen Kegel bildend, der vierte bildet in Form und Färbung den Uebergang zu den folgenden, welche nun nur noch wenig und der letzte gar nicht (wenn man von der Erweiterung der Mündung absieht) an Breite zunehmen. Mündung fast senkrecht, $^3/_8$ der ganzen Länge einnehmend, annähernd eiförmig, oben schief abgeschnitten, Mundsaum ziemlich dick, deutlich ausgebogen, gelblich weiss oder weiss, Aussenrand wenig gekrümmt, nur oben stärker, Columellarrand ziemlich senkrecht und breit umgeschlagen; Einfügung der Mundränder nicht sehr weit von einander und durch eine deutliche Auflagerung verbunden, welche am äussern Ende zuweilen zu einem schwachen Höckerchen anschwillt.

Zwei Exemplare von Dr. H. Dohrn erhalten, mit der Angabe, dass dieselben von Margelan (Kokand, im obern Jaxartesthal oder der Provinz Ferghana) stammen. Sie stimmen in Färbung und Glanz mit *B. labiellus* überein, unterscheiden sich aber doch durch die mehr längliche Gestalt, die hellere Färbung der obersten Windungen und den stärker ausgebogenen Mundsaum. Durch diese Kennzeichen nähern sie sich etwas dem *Buliminus* aus dem Sarafschan-Thal, den ich in dem Reisewerke Fedtschenko's als *B. eremita* bestimmt und beschrieben habe.

Buliminus Sogdianus Mts.

E. v. Martens im Reisewerk Fedtschenko's, Mollusken, S. 19, Taf. 2, Fig. 14. — Pfeiffer, Monogr. heliceorum VIII, p. 88.

Var. **Kuldshanus** Taf. 3, Fig. 5.

Bulimus Kuldshanus Mousson mscr.

Testa conico-ovata, compresse umbilicata, striatula, nitidula, carneo-albida, substrigata; anfr. 7, suturis sat profundis distincti, supremi 3—4 corneoflavi, concolores, celeriter crescentes, antepenultimus et penultimus diametro subaequales, turgidi, ultimus brevis, supra planatus, infra saccatus, antice ascendens; apertura subverticalis, $^2/_5$ longitudinis occupans, truncato-ovata, peristomate undique expanso, paulum incrassato, albo, marginibus subappropinquatis, callo tenuissimo junctis, margine externo bene arcuato, ad insertionem attenuato, angulum acutum formante, margine columellari dilatato.

Long. 9—10, diam. maj. $5^1/_2$—6, min. $4^2/_3$, apert. long. 4, diam. incluso peristomate $3^1/_2$ Mm.

Hab. ad Kuldsha, legit Dr. A. Regel 1879.

Schale konisch-eiförmig, mit rechtwinklig zur Mündung zusammengepresstem Nabel, fein und etwas ungleichmässig gestreift, etwas glänzend, röthlich weiss, öfters mit ver-

waschenen blassröthlichgrauen Striemen; Umgänge 7, ziemlich gewölbt und durch eine ziemlich tiefe Nath geschieden, die ersten 3—4 einfarbig horngelb, rasch zunehmend, einen stumpfen Kegel bildend, der drittletzte und vorletzte fast gleich breit, nach unten gewölbt, der vorletzte an einzelnen Exemplaren sogar etwas über den letzten vortretend, der letzte oben abgeflacht, unten stark gewölbt, sackförmig, seine Nath vor der Mündung mehr oder weniger stark aufsteigend. Mündung nahezu senkrecht, $^2/_5$ der Länge einnehmend, oben abgeschnitten eiförmig, Mundsaum überall ausgebogen, ein wenig dick, weiss, Einfügung der Ränder einander nicht sehr nahe, durch eine sehr dünne, oft kaum erkennbare Auflagerung verbunden; Aussenrand schön gebogen, oben dünner, einwärts gestreckt und spitzwinklig sich einfügend, Columellarrand stark ausgebreitet.

Unterscheidet sich von dem typischen *Sogdianus* aus dem Hochgebirge über dem Sarafschan-Thal durch mehr weissliche dickere, etwas mehr glänzende Schale, etwas breiteren Mundsaum und geringere Annäherung beider Mundränder; im Uebrigen ist er ihm so ähnlich, namentlich im Verhältniss der einzelnen Umgänge zu einander, in der Form des Nabels, dem Aufsteigen der Nath vor der Mündung u. s. w., dass ich ihn nicht als getrennte Art betrachten kann.

Ausser diesem hat Dr. Regel von Kuldsha noch einen andern *Buliminus* mitgebracht, welcher im Allgemeinen mehr dem *B. albiplicatus* (Fedtschenko's Reise, Mollusken, S. 20, Taf. 2, Fig. 15) gleicht, aber keine so starke Skulptur zeigt; leider ist nur ein Exemplar vorhanden und dieses beschädigt.

Buliminus coniculus Mts. Taf. 3, Fig. 9.

Testa conica, compresse-umbilicata, oblique striatula, nitidula; anfr. $5^1/_2$ convexi, sutura profundiuscula juncti, sat celeriter et aequaliter crescentes, $3^1/_2$ superiores corneofulvi concolores, penultimus et ultimus albi, strigis raris latis violascentibus picti, ultimus basi rotundatus, saccatus, sutura antice ascendente; apertura paulum obliqua, $^3/_7$ longitudinis aequans, ovato-rotundata, peristomate expansiusculo, tenuiusculo, albo, fauce flavida, marginibus approximatis, externo valde arcuato, columellari dilatato, patente.

Long. 6, diam. maj. 4, min. 3, apert. long. $2^1/_2$, diam. 2 Mill.

Hab. ad Kuldsha, legit Dr. Regel 1879.

Schale kegelförmig, mit stumpfer Spitze und mit stark zusammengedrücktem, in der Tiefe eine bogenförmige Ritze bildendem Nabel, schwach schief gestreift, etwas glänzend, oben stumpf und einfarbig braungelb, die beiden letzten Windungen dagegen weiss mit einigen breiten hellvioletten Striemen; im Ganzen $5^1/_2$ Windungen, welche von der verhältnissmässig grossen ersten an gleichmässig und ziemlich stark bis zur letzten an Breite zunehmen, die letzte in der Peripherie ein wenig abgeflacht, aber unten stark gewölbt,

daher sackförmig erscheinend, ihre Nath vor der Mündung etwas aufsteigend. Mündung etwas schief stehend, $^3/_7$ der ganzen Schalenlänge einnehmend, abgerundet eiförmig, innen bräunlich-gelb, Mundsaum weisslich, kaum ein wenig ausgebogen, ziemlich dünn, Einfügung beider Mundränder einander sehr genähert, Aussenrand stark bogenförmig gekrümmt, an der Einfügung nahezu horizontal, Columellarrand umgeschlagen, nach oben etwas ausgebreitet.

Diese Art, von welcher leider nur ein Exemplar gefunden wurde, gleicht, abgesehen von der letzten Windung, auffallend dem oben beschriebenen *Kuldshanus*, nur dass sie in allen Theilen kleiner ist, und die letzte Windung nimmt in gleichem Verhältniss an Breite zu, was der ganzen Schnecke die auffallend konische Gestalt gibt. Unausgewachsen kann dass Stück nicht sein, da die Nath vor der Mündung sich merklich aufbiegt, die Mundränder etwas ausgebogen sind und die Basis ganz gerundet ist, während noch etwas grössere unausgewachsene Stücke von *Kuldshanus* an der Basis eine stumpfe Kante zeigen.

Vielleicht ist der in Fedtschenko's Reisewerk, Moll. S. 21, Taf. 2, Fig. 16 beschriebene *B. segregatus* (Benson) var. *minor* von Schachimardan in Turkestan dieselbe Art, leider kann ich das Exemplar nicht direkt vergleichen, da es sich in Moskau befindet; die damals von mir entworfene Beschreibung passt in den meisten Charakteren recht gut, nur war die Schnecke absolut länger, verhältnissmässig schmäler und etwas dunkler gefärbt; vermuthlich verhalten sich die beiden zu einander, wie *Sogdianus* und *Kuldshanus*. Auffällig ist, dass von beiden nur je 1 oder 2 Exemplare eingesandt worden sind, da sonst die Arten der Gattung *Buliminus* gesellig leben. Mit dem ächten *B. segregatus* Benson von Simla im Himalaya stimmt unser *coniculus* noch weniger überein, als die Schnecke von Schachimardan.

Buliminus Asiaticus Mss. Taf. 3, Fig. 6, 7.

Mousson mcsr.; v. Martens, Conchologische Mittheilungen I, S. 29, Taf. 6, Fig. 12—14.

Testa ovato-oblonga, rimato-perforata, subtiliter suboblique striata, nitidula, corneofuscescens, concolor; anfr. 7—$7^1/_2$, planiusculi, sutura superficiali juncti, supremi 4 celeriter crescentes, antepenultimus et penultimus diametro subaequales, tumiduli, ultimus infra sensim angustatus, circa rimam umbilicarem subangulatus; apertura subperpendicularis, circa $^4/_{11}$ longitudinis occupans, oblique truncato-ovalis, peristomate incrassato, marginibus callo distincto (interdum tuberculifero) junctis, margine externo recto, vix arcuato, superne attenuato, margine basali subexpanso, columellari dilatato.

Long. 8—15, diam. maj. 4—$5^1/_2$, min. $3^1/_2$—5, apert. long. 3—$4^1/_2$, diam inclus. perist. 3—4 Mm.

Hab. Pilutschi, prope Kuldsha, et Kasch, legit Dr. A. Regel 1879.

Schale länglich-eiförmig, ritzartig durchbohrt, mit feinen etwas schiefen Streifen, etwas glänzend, gleichmässig und ziemlich dunkel hornfarbig-braun; Umgänge 7—7$^1/_2$, alle ziemlich flach, mit oberflächlicher Nath, die 4 ersten rasch zunehmend, einen stumpfen Kegel bildend, der drittletzte und vorletzte ziemlich gleichgross, ein klein wenig mehr gewölbt, der letzte wieder flacher und nach unten allmählich verschmälert, endlich um den Nabelritz eine sehr stumpfe Kante bildend. Mündung ziemlich senkrecht, nicht ganz $^2/_5$, etwa $^4/_{11}$ der ganzen Schalenlänge einnehmend, schief abgeschnitten eiförmig, Mundsaum stark verdickt, gelblich weiss, Einfügung der Mundränder durch eine deutliche Auflagerung verbunden, welche zuweilen in der obern Ecke ein kleines Höckerchen trägt, Aussenrand nicht nach aussen umgebogen und nur schwach bogenförmig nach oben einbiegend, hier schmäler, Unterrand ein wenig auswärts ausgebogen, Columellarrand deutlich ausgebreitet.

Schon die wenigen vorliegenden Exemplare variiren beträchtlich in der Länge, während die übrigen Dimensionen nahezu gleich bleiben, wie es auch bei andern Arten der Gruppe *Chondrula* vorkommt. Unsere Art ist dem bekannten südeuropäischen *B. tuberculatus* Turton (*pupa* Brng., non Linne) ziemlich ähnlich, aber oben mehr plötzlich zugespitzt, dunkler gefärbt, der Höcker in der obern Mündungsecke ist viel schwächer, oft ganz fehlend und der Columellarrand ist nach dem Innern der Mündung zu bogenförmig ausgehöhlt, nicht gerade absteigend.

Buliminus secalinus Mss. Taf. 3, Fig. 8.

Mousson mscr.; v. Martens, Conchologische Mittheilungen I, S. 27, Taf. 6, Fig. 8, 9.

Testa elongata, subcylindrica, aperte rimata, leviter striatula, nitidula, alba, pellucide griseo-variegata; anfr. 7, convexiusculi, sutura profundiuscula discreti, antepenultimus, penultimus et ultimus diametro subaequales, ultimus basi rotundatus, circa rimam umbilicarem subinflatus; apertura paulum obliqua, $^1/_3$ longitudinis occupans, oblique semiovalis, peristomate vix expansiusculo, incrassato, marginibus callo junctis, margine externo superne incurvato, attenuato, margine columellari arcuato, breviter reflexo.

Long. 9, diam. 3$^1/_2$, apert. long. 3, lat. 2 Mm.

Hab. ad Kuldsha, legit Dr. Regel 1879.

Schale lang gestreckt, im obern Drittel mässig verjüngt, in den untern zwei Dritteln annähernd cylindrisch, mit offenem Nabelritz, schwach gestreift, etwas glänzend, weiss mit durchscheinend grauen Striemen und Flecken. Umgänge 7, etwas gewölbt, mit ziemlich tiefer Nath, die drei letzten ungefähr gleich breit, der letzte unten abgerundet und um den steil einfallenden Nabelritz herum angeschwollen. Mündung klein, $^1/_3$ der ganzen Länge der Schale einnehmend, etwas schief gestellt, schräg abgeschnitten halboval; Mundsaum kaum etwas auswärtsgebogen, dick, die Einfügung beider Mundränder durch eine deutlich

abgesetzte wulstartige Auflagerung mit einem kleinen Höcker in der obern Mündungsecke verbunden, Aussenrand ganz oben dünn und scharf einbiegend, dann nach unten rasch dick werdend, Columellarrand bogenförmig verlaufend, nach aussen umgeschlagen, aber nicht merklich breiter als der Aussenrand.

Sehr ähnlich dem *B. intumescens* (Fedtschenko's Reise, Mollusken S. 22, Taf. 2, Fig. 1, 8) von Tschupanata im Gebiet von Samarkand, aber durch die weisse fleckige Färbung und das Fehlen einer deutlich abgesetzten innern Verdickung des Aussenrandes verschieden, ferner ist der Mundsaum überhaupt dünner, der Höcker in der obern Ecke schwächer, der Nabelritz etwas enger, die Schale nach oben zu etwas bauchiger. Von beiden Arten sind aber bis jetzt nur sehr wenige Exemplare bekannt, eine grössere Anzahl würde vielleicht die Unterschiede abschwächen.

Buliminus retrodens Mts. Taf. 3, Fig. 10, 11.

v. Martens, Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin 1879, S. 126 und conchologische Mittheilungen I, S. 30, Taf. 6, Fig. 15—18.

Testa ovato-oblonga, rimato-perforata, levissime striatula, nitida, carneo-fulva, ad suturam albida; anfr. 7, planiusculi, sutura superficiali, 4 supremi celeriter crescentes, antepenultimus et penultimus diametro subaequales, tumiduli, ultimus sensim deorsum angustatus, sutura antrorsum paulum ascendente; apertura subverticalis, circa $^2/_5$ longitudinis occupans, oblique truncato-ovalis, tridentata, peristomate calloso-incrassato, pallide flavo, subrecto vel vix expansiusculo, margine externo leviter arcuato, superne stricto, columellari valde obliquo; dente marginis externi medio, obtuso, tuberculiformi, dente columellari elongato, deorsum angulato, dente parietali compresso, retrorsum sito, planum aperturae non attingente; angulo supero aperturae non tuberculifero.

Long. 8—12$^1/_2$, diam. 4—5, apert. long. 3$^1/_2$—4, diam. 2$^1/_2$—3$^1/_2$ Mm.

Hab. ad Kuldsha, legit Dr. A. Regel 1879 et alibi in valle fluvii Ili, legit Przewalski, 1878.

Schale länglich-eiförmig, ritzförmig durchbohrt, schwach gestreift, glänzend, röthlich gelbbraun, an der Nath weisslich; Umgänge 7, flach, mit oberflächlicher Nath, die 4 obern rasch zunehmend, einen stumpfen Kegel bildend, der drittletzte und vorletzte nahezu gleich breit, ein wenig anschwellend, der letzte wieder flach, ganz allmählich nach unten sich verschmälernd. Mündung nahezu senkrecht, etwa $^2/_5$ der ganzen Schalenlänge einnehmend, mit stark verdicktem gelblichweissem Mundsaum und 3 Zähnen; Aussenrand ganz gerade oder kaum merklich ausgebogen, nur wenig bogenförmig gekrümmt, mit einem stumpfen höckerförmigen, meist ziemlich schwachen Zahn in seiner Mitte, Columellarrand sehr schief, mit einem etwas zusammengedrückten, länglichen, nach unten eckigen, etwas rückwärts

sitzenden Zahn in seiner untern Hälfte; Mündungsrand mit einem hohen zusammengedrückten, ziemlich weit rückwärts sitzenden, die Mündungsebene nicht erreichenden Zahn, ohne Höcker in der obern Ecke.

Diese Art steht dem europäischen *B. tridens* Müll. nahe, unterscheidet sich aber durch dunklere Farbe und stärkern Glanz, breitere Gestalt und entschiedeneres Aufsteigen der Nath vor der Mündung, so dass die Entfernung der obern Mündungsecke von der nächstobern Nath bei *retrodens* der Hälfte, bei *tridens* etwa zwei Dritteln der Mündungslänge gleich ist, ferner durch den schwächern Aussenzahn, den weiter rückwärtsstehenden Parietalzahn und den Mangel eines Höckers in der obern Mündungsecke.

Uebersicht der mittelasiatischen *Buliminus*-Arten.

	Färbung und Skulptur.	Zahl der Umgänge.	Mundsaum.	Breite zur Länge.	Mündung zur Länge.	Länge in Mm.	
Griffithi Bens.	weiss, gerunzelt	8	ausgebogen	2 : 7	1 : 3	28	Chemn. Ed. nov. 20, 15, 16. Reeve, Fig. 302.
eremita Bens.	weiss, öfters gestriemt	7	»	2 : 5	2 : 5	15—20	Fedtschenko, II, 13.
labiellus Marts.	weiss, grau gestriemt	8	dick, weiss	3 : 7	2 : 5	14	Unsere Figur 4.
Oxianus Marts.	weisslich, grau gestriemt	6	ausgebogen	3 : 7	3 : 8 — 3 : 7	14	Conchol. Mittheil. I, Taf. 6, Fig. 3, 4.
Sogdianus Marts.	weisslich, gelb gestriemt	7	etwas ausgebogen	1 : 2 — 4 : 9	2 : 5	11	Fedtschenko, II, 14.
albiplicatus Marts.	gelblich, weiss gerippt	7	dick, gerade	2 : 5 — 3 : 7	1 : 4 — 1 : 3	12	Fedtschenko, II, 15.
Baudoni Dh.	weiss, röthlich gestreift, faltenstreifig	9	ausgebogen, dick	1 : 3	1 : 4	16	} Noch nicht abgebildet.
Davidi Dh.	braun, weiss gestriemt	10	ausgebogen, dünn	2 : 7	1 : 3	29	
Moupinianus Dh.	dunkelbraun, weiss gestriemt	8	» »	1 : 3	1 : 3	14	
Kunawurensis (links) Hutt.	hornfarbig, weiss gestriemt	12	ausgebogen, dick	2 : 9	1 : 4	34	Chemn. Ed. nov. 20, 3, 4.
miser Marts.	blassgelb	$5^1/_2$	gerade, dünn	1 : 2	3 : 7	10	Fedtschenko, II, 17.
conicellus Marts.	weisslich, violett gestriemt	$5^1/_2$	ausgebogen, ziemlich dünn	2 : 3 — 4 : 7	3 : 7	6—9	Fedtschenko, II, 16. Unsere Fig. 9.
(*Cionella lubrica* Mll.).	sehr glänzend gelb	6	gerade, ziemlich dick	3 : 7	3 : 7	3—7	
Asiaticus Mss.	matt hellbraun	7	dick, gerade mit schwachem Höcker oben	2 : 5	2 : 5	12—15	Unsere Figur 6, 7.
secalinus Mss.	weiss, graufleckig	7	} ausgebogen mit Höcker oben und Verdickung am Aussenrand	1 : 3	1 : 3	9	» » 8.
intumescens Marts.	gelblich	7		1 : 3 — 4 : 9	1 : 3	$8^1/_2$	Fedtschenko, II, 18.
retrodens Marts.	glänzend, röthlich gelb	7	sehr dick mit 3 Zähnen	2 : 5 — 3 : 7	1 : 3 — 3 : 7	9—12	Unsere Figur 10, 11.

Pupa signata Mss.

Pupa signata Mousson, Journal de conchyliologie XXI, 1873, p. 211, pl. 8, fig. 7; Pfeiffer, Monogr. heliceor. VIII, p. 374.

Pupa cristata v. Martens in Fedtschenko's Reisewerk, Mollusken 1874, S. 23, Taf. 2, Fig. 19. — Pfeiffer, Monogr. heliceor. VIII, p. 400. — G. Nevill, Second Yarkand Mission, Mollusca p. 5.

Pupa muscorum var. Lundströmi Westerlund, Sibiriens land och söttvatten mollusker (Kgl. Svensk vetensk. Akad. handl. XIV, 2. 1876), p. 46.

Diese charakteristische Art, vom Aussehen der *P. muscorum*, aber durch eine zusammengedrückte kammartige Anschwellung an der Basis neben dem Nabel und einen kragenartigen Ring hinter dem Mundsaum ausgezeichnet, von Fedtschenko bei Samarkand und dann von Stoliczka bei Sasak-Taka und Pasrobat im Gebiete von Yarkand gesammelt, wurde auch vom Iskander-Kul im Quellgebiet des Sarafschan von Russow und in einem Exemplare von Potanin bei Nan-schan-kou am südlichen Abhang des Tianschan, unter Steinen an einem Flüsschen, aufgefunden. Ausserhalb Mittelasiens findet sie sich in Transkaukasien (Sievers bei Borshom) und Sibirien (Stuxberg und Lundström an der Podkamennaja Tunguska und selbst noch bei Dudino, $69\frac{1}{4}°$ Nordbreite). Neben dieser Art hat F. Stoliczka bei Pasrobat, westlich von Yarkand, und am Pankongsee auch noch die bekannte europäische *Pupa muscorum L.* (vgl. Fedtschenko S. 23) gefunden.

Durch Vergleichung Mousson'scher Original-Exemplare habe ich mich von der Identität der transkaukasischen *P. signata* und meiner *cristata* überzeugt; die sibirische *Lundströmi* habe ich noch nicht gesehen, aber alle Merkmale, welche Westerlund als Unterschiede von der ächten *P. muscorum* hervorhebt, passen gut auf die mittelasiatische *cristata*. Diese Art variirt in dem Vorhandensein von Zähnen in ähnlicher Weise, wie die europäische *P. muscorum.*

Succinea Martensiana Nev. Taf. 3, Fig. 12—16.

G. Nevill, Scientific results of the second Yarkand mission, Mollusca p. 5, pl. 1, fig. 30, 31.

Testa acute ovata, subinflata, solidula, rugoso-striata, saepius malleata, extus pallidior, rugis albidis variegata, intus intense aurantiaca; anfr. $3\frac{1}{2}$—4, turgidi, sutura sat profunda discreti, supremi saepius rubicundi, ultimus aequaliter rotundatus; apertura modice obliqua,

circa $^5/_8$ longitudinis occupans, obtuse ovata, margine externo valde arcuato, ad insertionem subhorizontali, margine columellari substricto, tenui, callo parietali distincto.

Long. 10—15, diam. maj. 7—10, min. 5—$6^3/_4$, apert. long. obliqua 7—10, diam. 5—$7^1/_2$ Mm.

Var. *gigas*: Long. 25, diam. maj. 16, apert. long. 19, diam. 12 Mm. Fig. 14, 15.

Hab. montes Tianschan regionesque adjacentes Asiae centralis, legerunt Regel 1879 ad Kuldsha, Potanin 24. Mai 1877 ad radices septentrionales montium Tianschan, idem in transitu horum montium ad Koschötu-daban, et ad radices meridionales prope Nan-schan-kou, Przewalski 1878 ad Juldus in altitud. circa 2800 met., denique Stoliczka 1873 ad Sasak-Taka et Pasrobat regionis Yarkandensis. — Var. *gigas* ad Arystendeban prope Kasch, legit Regel.

Schale spitzeiförmig, etwas aufgeblasen, ziemlich dick, runzlig-streifig und oft mit hammerschlagartigen Eindrücken, an der Aussenseite mehr oder weniger gelblich, manche oder alle Runzeln weisslich, wodurch die Schale mehr oder weniger buntstreifig erscheint, an der Innenseite lebhaft pomeranzengelb.

Drei und ein halber, selten volle 4 Umgänge, gewölbt und durch eine ziemlich tiefe Nath geschieden, der oberste öfters dunkel rosenroth, der letzte oben und unten ziemlich gleichmässig gerundet. Mündung ziemlich schief, ungefähr $^3/_8$ der ganzen Schalenlänge, zuweilen etwas mehr oder weniger einnehmend, eiförmig, doch oben abgerundet, indem der Aussenrand stark bogenförmig gekrümmt und an seiner Einfügung fast horizontal ist; Columellarrand gestreckt, fast geradlinig, dünn; eine deutliche Auflagerung auf der Mündungswand zwischen der Einfügung beider Ränder.

Die Individuen variiren beträchtlich in Färbung, Glanz und Grösse nach den einzelnen Fundorten, doch lassen sie sich nicht bestimmt gegen einander abgränzen, und es ist nicht möglich, eine Minimalgrösse für ausgewachsene Stücke anzugeben, da ein sicheres Kennzeichen der Vollendung des Wachsthums, wie bei dünnrandigen Schnecken überhaupt, fehlt; doch kann man, wenn ziemlich viele annähernd gleich grosse und keine grössern von einem Fundort vorliegen, jene mit Wahrscheinlichkeit als erwachsen annehmen. Die Exemplare von Kasch (25 Mm.) sind bedeutend grösser als Nevill's Originale von Yarkand (18 Mm.), die nächst-grössten sind ein Exemplar vom Juldus, 15 Mm. und mehrere von Kuldsha, 14 bis beinahe 15 Mm.; diejenigen von Nan-schan-kou sind nur bis 13, und die vom Pass Koschötu-daban, wahrscheinlich dem höchst gelegenen unter den genannten Fundorten, nur bis 11 Mm. lang, zugleich die verhältnissmässig breitesten, namentlich in Betracht der vorletzten Windung. Glanzlos und mehr gleichmässig weisslich ist die Aussenseite bei den Exemplaren von Kuldsha und vom Juldus (im Tianschan südöstlich von Kuldus auf dem Uebergang zur Wüste Gobi), doch kommen an denselben Orten auch einzelne bernsteingelbe mit weissen Striemen vor; am dunkelsten röthlichgelb mit wenig vortretenden rosenröthlich-weisslichen Striemen, zugleich firnissartig glänzend und mit zahlreichen hammerschlag-

artigen Eindrücken sind die Exemplare von Nan-schan-kou, sie sind unter Steinen an einem Flüsschen gefunden; am buntesten, lebhaft bernsteingelb, mit stärker vortretenden weissen Striemen, zugleich meist mit dunkel rosenrother Spitze, auch glänzend, sind die Exemplare, welche auf dem obengenannten Passe des Tianschan in einem Sumpfe von Potanin gefunden worden sind (Fig. 16). Die Färbung der Innenseite ist immer lebhafter pomeranzengelb als die der Aussenseite, doch auch bei den Stücken von Kuldsha und Juldus matter, als bei denen vom Tianschan. Wenn die Aussenseite verwittert und verbleicht, wird sie zuerst mehr matt rosenröthlich, zuletzt matt weiss; einzelne noch glänzende weisse Stücke ohne alles Gelb oder Roth, die Runzeln undurchsichtig, die Zwischenräume durchscheinend und etwas grau, von Juldus, sind wohl als Albino's zu betrachten.

Succinea Altaica Mts. Taf. 3, Fig. 17.

v. Martens in den Sitzungsberichten d. Gesellsch. naturforschender Freunde in Berlin, Juni 1871, S. 46 und 50. — Westerlund, Sibiriens land och söttvatten mollusker (Svensk. Akad. Handl. XIV, 2 1876) p. 47, fig. 7.

Testa ovato-oblonga, inaequaliter rugoso-striata, e lutescente albida, parum nitidula; apex obtusiusculus; anfr. $3\frac{1}{2}$—4, ventrosi, sutura profunda discreti; apertura vix ultra dimidiam testae longitudinem occupans, ovata, superne non angulata, columella arcuata, callo parietali tenui nitido.

Long. 12, diam. 7, apert. long. 6—$6\frac{1}{2}$ Mill.

Hab. Sibiriam montanam, ad Buchtarminsk ad radices montium Altai, legit Chr. G. Ehrenberg 1829 (Mus. Berolinense) et prope ostium fluvii Podkamennaja Tunguska, legg. Dr. A. Stuxberg et Dr. A. Lundström, 1875.

Ich wiederhole hier die ursprüngliche Beschreibung dieser Art und gebe eine Abbildung derselben, zur bessern Unterscheidung von der vorhergehenden und der folgenden Art; von ersterer unterscheidet sie sich durch die verhältnissmässig kleinere nicht gelb gefärbte Mündung.

Succinea evoluta Mts. Taf. 3, Fig. 18.

v. Martens, Sitzungsberichte d. Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin 1879, S. 126.

Testa conico-elongata, subregulariter rugoso-striatula, solidula, flavescenti-alba, apice porrecto, papillari; anfr. $3\frac{1}{2}$, convexi, evoluti, sutura profunda, perobliqua, antice descendente;

apertura satis obliqua, $^1/_2$ longitudinis paulo vel vix superans, obtuse ovata, margine externo bene arcuato, ad insertionem subhorizontali, margine columellari levius arcuato, tenui, callo parietali distincto.

Long. 11—12$^1/_2$, diam. maj. 6—7, min. 4$^1/_2$—5, apert. long. obliqua 5$^1/_2$—7, diam. 4—4$^2/_3$ Mm.

Hab. Kuldsha, legit Dr. Regel.

Schale konisch langgezogen, ziemlich regelmässig runzelstreifig und etwas dick, gelblichweiss, verbleicht rein weiss, mit vorgezogener warzenförmiger Spitze; Umgänge 3$^1/_2$, so stark ausgezogen, dass der grösste Umfang der vorletzten Windung bedeutend über der Nath, etwa in $^1/_3$ der Höhe des sichtbaren Theils dieser Windung liegt, alle Windungen also schon oberhalb der nächstfolgenden Nath sich merklich verschmälern; Nath tief, vor der Mündung stark herabsteigend. Die letzte Windung nach unten stärker und rascher verschmälert, als nach oben. Auf der Rückenseite nimmt die letzte Windung etwa $^2/_3$ der ganzen Schalenlänge ein, die Mündung selbst auf der Bauchseite aber $^1/_2$ oder nicht viel darüber, je nach dem mehr oder weniger starken Herabsteigen der Nath. Mündung eiförmig, oben abgerundet, Aussenrand stark bogenförmig, an der Einfügung fast horizontal, Columellarrand weniger gebogen, dünn. Verbindungswulst der Mundränder deutlich vorhanden, glänzend.

Diese Art schliesst sich in der Sculptur und in der Form des Aussenrandes noch an die vorhergehende und an *Altaica* an, ist aber viel mehr in die Länge ausgezogen, ähnlich wie *S. oblonga* und noch mehr. Die einzelnen Windungen sind an der Nath mehr eingeschnürt als in der Regel bei *S. oblonga*, nur var. *impura* (Hartmann in Sturm's Fauna Heft 8, Taf. 10) kommt ihr hierin ungefähr gleich, und der Columellarrand ist entschieden mehr gebogen.

Succinea Pfeifferi Rossm. Taf. 3. Fig. 19.

Rossmässler, Iconographie I, S. 92. — v. Martens in Fedtschenko's Reise, Mollusken, S. 24. — Westerlund, Sibiriens land- och sötvatten mollusker, p. 47.

Bei Koschagatsch in der Tschuisteppe in einem See ohne Durchfluss, 26. Mai 1879 von Potanin in zahlreichen Exemplaren, bis 10 Mm. lang, gesammelt. Eine von F. Stoliczka bei Yarkand gesammelte Art hat Nevill erst als Varietät dieser Art, später (Journ. As. Soc. of Bengal 1881, p. 141) als eigene Art, *S. Yarkandensis*, bestimmt.

B. Süsswasserschnecken.

Limnaea stagnalis L.

Linné, Syst. nat. ed. X, p. 774. — O. F. Müller, Hist. verm. II, p. 132. — Hartmann, Gastropoden der Schweiz, S. 19 und 44. — v. Middendorff, Reise in Sibirien II, S. 296. — Gerstfeldt, Land- und Süsswassermollusken Sibiriens, S. 19. — Kobelt, Malakol. Blätter 1871, S. 108, und Fortsetzung von Rossmässler's Iconographie V, S. 35 etc. — Fedtschenko, Reise, Mollusken, S. 28. — Westerlund, Sibiriens land- och sötwatten moll. (Kongl. Svensk Vetensk Akadem. Handl. XIV, 2, 1876), p. 49.

Var. **expansilabris** Taf. 4, Fig. 2.

(Vgl. Hartmann, Neue Alpina I, 1821, S. 253. — Kobelt, Nassauische Mollusken, S. 182, und Rossm. V, Fig. 1238.)

Testa solidiuscula, griseo-fulva, anfr. 8, superioribus planis, spiram acutam elongatam efficientibus, ultimo inflato, versus aperturam leviter humeroso-subangulato, apertura ampla, $^5/_8$—$^3/_5$ longitudinis occupante, margine externo latiuscule expanso, plica columellari valida.

Long. 51—58, diam. maj. 29—34, min. 20—23, apert. long. 32—34, diam. incluso peristomate et plica columellari 20—23, exclusis 16—19 Mm.

Hab. vallem fluvii Tarim, legit Przewalski Apr. 1878.

Die vorliegende Form dieser sehr bekannten Schnecke zeigt eine ziemlich starke, gelblichröthlichgraue Schale, ein mässig langes spitzkonisches Gewinde von 7 flachen Windungen, die siebente kaum etwas weniges mehr gewölbt, als die vorhergehenden, und eine grosse aufgeblasene achte Windung, zuerst noch gleichmässig gewölbt, aber gegen die Mündung zu mit sehr stumpfer Schulterkante. Die Mündung ist gross und breit, sie nimmt $^5/_8$—$^3/_5$ der ganzen Schalenlänge ein. Die Columellarfalte ist stark ausgebildet, ebenso die beide Mündungsränder verbindende Auflagerung (welche bei der obigen Angabe des Durchmessers der Mündung nicht mit eingeschlossen ist), und der Aussenrand ist in der Mitte und nach unten zu auffallend erweitert und etwas nach aussen zurückgebogen, ähnlich wie es bei *L. auricularia* die Regel ist. An der Aussenseite gemessen, beträgt die flache Ausbreitung des Randes bei dem einen Exemplar reichlich 4 Mm. Exemplare mit ähnlich ausgebogenem Aussenrand, zuweilen noch entschiedener zurückgeschlagen (var. *reflexa* Kobelt loc. cit.), aber selten so sehr verbreitert, finden sich auch hie und da in Europa, namentlich sind sie in Süd- und Mitteldeutschland in ruhigen Gewässern und in Aquarien beobachtet

worden, vgl. die obigen Citate, ich besitze ähnliche z. B. aus dem Schweigfurter Weiher bei Schussenried in Oberschwaben. Auch im See Alakul hat Dr. O. Finsch eine solche Form von *L. stagnalis* mit ausgebreitetem Mundrand gefunden (Sitz.-Ber. der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, 1877, S. 240).

Aehnlich dieser Seeform von *L. stagnalis*, aber kleiner (30 Mm. lang), etwas kantig und ohne deutliche Columellarfalte, ist eine *Limnaea*, welche Stoliczka im See Sirikul auf der Hochebene Pamir zusammen mit einer Abart von *L. auricularia* gefunden hat; Nevill bestimmte sie als *L. Defilippii* var. *Sirikulensis* (Sec. Yark. miss., moll., p. 7), indem er sie mit einer Form aus dem Goktscha-See in Armenien (Issel, molluschi raccolti della missione Italiana in Persia, p. 65, Taf. 3, Fig. 62, 63) am meisten übereinstimmend fand.

Var. **minor** Taf. 4, Fig. 1.

Spira sat elongata, anfractu ultimo rotundato, confertim costulato-striato, margine supero aperturae ad insertionem subhorizontali.

Long. 28, diam. $15\frac{1}{2}$, apert. long. $14\frac{1}{2}$ Mm.

Hab. ad Kasch, legit Dr. A. Regel 1879.

Limnaea auricularia L.

Linné, Syst. nat. ed. X, p. 774. — O. Fr. Müller, Hist. verm. II, p. 126. — Hartmann, Neue Alpina I, S. 250; Gastropod. d. Schweiz, S. 63. — v. Middendorff, Reise in Sibirien II, S. 293. — v. Schrenck, Reisen im Amurlande II, S. 652. — Kobelt, nassauische Mollusken, S. 170, Fortsetzung von Rossmässler's Iconographie V, S. 39. — Westerlund, Sibiriens moll., p. 51.

Var. **ventricosa** Hartm. Taf. 4, Fig. 3, 4.

Hartmann, loc. cit. p. 251 und 67. — Kobelt, Fortsetz. von Rossm. S. 40, Fig. 1244. — *L. auricularia var.* G. Nevill, Sec. Yarkand mission, Moll., p. 6.

Testa inflata, sat tenuis, nitidiuscula, subregulariter striatula, pallida, spira perbrevi, apice acuto, roseo, sutura profunda, anfractu ultimo ad suturam subhorizontali, apertura mediocri, $\frac{4}{5}$ longitudinis occupante, plica columellari distincta, margine columellari perforationem tegente, margine externo simplice.

Long. 27—29, diam. maj. $23\frac{1}{2}$—$25\frac{1}{2}$, min. 16—19, apert. long. 22—$24\frac{1}{2}$, diam. 15 Mm.

Hab. vallem fluvii Tarim, legit Przewalski Apr. 1877, et ad fluvium Ulungur Songariae, legit Dr. A. Regel 1879, nec non lacum Sirikul s. Victoriae in planitie elevata Pamir, legit Stoliczka 1873.

Vom Ulungurfluss, südlich vom Saissansee, liegt ein von Dr. A. Regel mitgebrachtes Exemplar vor, das hierher gehört, übrigens ziemlich fest und etwas kleiner, 24 Mm. lang, 18½ im Durchmesser.

Hier schliesst sich auch *L. obliquata* Martens aus dem See Issik-kul, von Semenow gesammelt, an, welche schon in dem Reisewerke von Fedtschenko beschrieben und abgebildet ist. Unsere Taf. 4, Fig. 5, stellt ein anderes Exemplar aus demselben See vor. Schon ihrer Grösse und der Kürze des Gewindes wegen möchte ich in derselben eher eine dem besonderen Standort angepasste Form von *L. auricularia* sehen, als eine solche von *L. lagotis*, wie Nevill a. a. O. S. 7 und 8 meint.

Limnaea lagotis Schr.

Buccinum lagotis v. Schranck, Fauna boica III, p. 289. — *L. intermedia* (Feruss.) Michaud, Complément à Draparnaud, p. 86, pl. 16, fig. 17, 18. — *L. ovata* var. *vulgaris* v. Middendorff, Reise in Sibirien II, 1, S. 294, Taf. 30, Fig. 6—8. — *L. vulgaris* (Rossmässl.) Kobelt, Malakozoologische Blätter XVII, 1870, S. 159. — *L. lagotis* (Schranck) Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 333. — v. Martens, in Fedtschenko's Reise, Mollusken, S. 26. — Kobelt, Fortsetzung von Rossmässler's Iconographie V, S. 37. — Westerlund, Sibir. Moll., p. 53. — G. Nevill, Second Yarkand mission, moll. p. 7.

Bei Ulangom (westlich vom Ubsasee, südlich vom Altai) in fliessendem Wasser, Laich an Potamogetonblättern, Anfangs Juli; bei Koschagatsch an der Tschuja, noch im Altaigebiet, am 7. Juli 1879 neuen Stils, und bei Dsabchyn in Seen, 6. Aug. neuen Stils, von Potanin gesammelt. Die Schalen sind 14—20 Mm. lang, wovon die Mündung 11—14 einnimmt, und 11—14 breit, glänzend und deutlich gestreift, aber öfters mit fremdem Ueberzug bedeckt, das Gewinde ist spitz mit tief eingeschnittenen Näthen, der Mundrand ausgebogen, der Nabel bald nur theilweise, bald ganz vom Columellarrand verdeckt.

Var. **solidior** n. Taf. 4, Fig. 6.

(Vgl. var. *solidissima* Kobelt, Malakozoologische Blätter XIX, 1872, p. 77, Taf. 2, Fig. 17, 18; Fortsetzung von Rossmässler V, S. 38, Fig. 1244. — *L. auricularia* var. *albescens* Clessin, Deutsche Excursions-Mollusken-Fauna, 1876, S. 363.)

Testa subinflata, sat solida, levissime striatula, pallide flavescens, spira late conica, acutiuscula, sutura oblique descendente, anfractu ultimo ad suturam modice convexo, apertura subovata, mediocri, $^{2}/_{3}$—$^{5}/_{7}$ longitudinis occupante, superne obtusa, plica columellari parum distincta, margine columellari rimam umbilicarem plerumque tegente, margine externo bene arcuato, recto vel indistincte expansiusculo.

Long. 14—18, diam. maj. 11—14, min. 7—11, apert. long. 11—13½, diam. 7½—9 Mm.

Hab. ad fluvium Ulungur, Songariae, legit Dr. A. Regel 1879.

Schale etwas aufgeblasen, ziemlich dick, schwach gestreift, etwas glänzend, blassgelblich (ausgebleicht rein weiss), mit breit konischem, ziemlich spitzigem Gewinde, das aus 3 Umgängen besteht, der dritte (vorletzte der ganzen Schnecke) schon viel breiter als der vorhergehende. Die Nath ziemlich tief, bis zur Mündung gleichmässig und ziemlich schief hinabsteigend (Unterschied von *auricularia*), letzte Windung an der Nath mässig gewölbt. Mündung eiförmig, aber oben abgestumpft, nicht spitzwinklig, ²/₃—⁵/₇ der ganzen Schalenlänge einnehmend, Aussenrand schön und gleichmässig bogenförmig gekrümmt, ziemlich dick, gerade oder ein klein wenig nach aussen ausgebogen, Columellarfalte wenig deutlich, der Nabelritz vom umgeschlagenen Columellarrand meist ganz verschlossen, zuweilen etwas offen bleibend.

Junge Exemplare, bis zu 9 Mm. Länge herab, haben öfters schon einen etwas verdickten Aussenrand der Mündung, wahrscheinlich Abschluss eines Jahreswachsthums; sie lassen sich dann nur sehr schwierig von gleich kleinen Jungen der *L. auricularia* unterscheiden und ähneln auch sehr auffällig der *L. Lessonae* Issel, Moll. della missione Italiana in Persia, 1865, S. 46, Taf. 2, Fig. 64—66 (subfossil von Baku), und Nevill, Second Yarkand mission, moll., p. 10, von Karman in Süd-Persien und einem Bach am Pamir-kul, vielleicht Zwergform von *lagotis*.

Limnaea ovata Dr.

Draparnaud, Hist. natur. des Mollusques terr. et fluv. de la France, 1805, p. 50, pl. 2, fig. 30, 31. — v. Middendorff, Reise in Sibirien II, 1, S. 294, Taf. 30, Fig. 4, 5. — Kobelt, Malakozoologische Blätter, 1870, S. 163, und Forts. von Rossmässler's Iconogr. V, S. 42. — Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 339; Sibiriens moll. p. 54.

Var. **eversa** n. Taf. 4, Fig. 7.

(Vgl. Kobelt, Fortsetzung von Rossmässler V, Taf. 130, Fig. 1258.)

Testa ovata, tenuis, modice striatula, griseoflavescens, spira latiuscule conica, acutiuscula, sutura modice obliqua, anfractu ultimo ad suturam declivi, apertura circa ⁵/₇ longitudinis occupante, ovata, superne acuta, margine columellari subperpendiculari reflexo, rimam umbilicarem non prorsus tegente, plica columellari parum distincta, callo lato, margine externo modice arcuato, expanso, superne stricto.

Long. 15—17, diam. maj. 10⅓—14, min. 7—8, apert. long. 11½—13½, diam. 7—9½ Mm.

Hab. ad. fluvium Eter prope monasterium Dsha-Dsassyk Mongoliae borealis, legit Potanin 1877.

Schale eiförmig, dünn, mässig gestreift, graugelblich, mit ziemlich breitem und spitzigem konischem Gewinde, das aus 3 Umgängen besteht, der dritte (vorletzte) schon viel breiter als der vorhergehende; Nath ziemlich tief, nur mässig schief herabsteigend, letzte Windung von der Nath an ziemlich steil abfallend; Mündung ungefähr $^{5}/_{7}$ der ganzen Länge einnehmend, eiförmig, oben spitzwinklig; Columellarrand fast senkrecht, einen sehr stumpfen Winkel mit der Mündungswand bildend, umgeschlagen, aber den Nabelritz nicht ganz verdeckend; Columellarfalte wenig deutlich, Auflagerung auf der Mündungswand breit; Aussenrand oben ziemlich gestreckt, nach unten breiter werdend, schön gebogen und deutlich ausgebreitet.

Diese Schnecke hat im Wesentlichen die Charaktere von *L. ovata*, d. h. ziemlich breites Gewinde mit nicht sehr tief eingeschnittener Nath und ziemlich steiles Abfallen der letzten Windung unterhalb der Nath, daher das obere Ende der Mündung auch spitzwinklig ist, aber an der Mehrzahl der als erwachsen zu betrachtenden Exemplare ist der Aussenrand in seiner Mitte und unten deutlich ausgebreitet, wie es sonst nur bei *L. auricularia* und bei einer Varietät von *L. lagotis* (*alata* Kobelt) vorzukommen pflegt; übrigens findet sich unter den von Potanin am genannten Ort gesammelten Stücken eines, das noch grösser ist, ohne alle Ausbreitung des Randes, in der ganzen Gestalt mit Kobelt's Figur 1254 (*L. ovata* var. *Dickinii*) übereinstimmend, so dass nicht daran zu zweifeln ist, dass wir es hier mit einer Form von *ovata* zu thun haben.

Der Fluss Eter oder Eder ist einer der Quellflüsse der Selenga, oberhalb Kiachta, in der Mongolei, in hochgelegener Gegend am Rand eines plateauartigen Kammes (Petermann's geograph. Mitth. 1876, S. 236).

Limnaea peregra Mll.

O. F. Müller, Hist. verm. II, p. 630. — Rossmässler, Iconographie I, S. 97. — von Middendorff, Reise in Sibirien II, 1, S. 396.—Westerlund, Faun. moll. Sueciae, p. 342. — Clessin, Deutsche Excursionsfauna, S. 384. — Kobelt, Fortsetzung von Rossmässler V, S. 117. — Westerlund, Sibiriens moll. p. 54.

Var. **marginata** Mich. Taf. 4, Fig. 9.

L. marginata Michaud, Complément à Draparnaud, p. 88, pl. 16, fig. 15, 16. — *L. peregra* var. *curta* Clessin, loc. cit. — Kobelt, loc. cit., fig. 1506—1508.

Testa ovata, subtiliter striatula, sat tenuis, flavida, nitidula; anfr. 4, convexi, regulariter crescentes, superiores 3 spiram late conicam efficientes, ultimus supra et infra sub-

aequaliter convexus, apertura vix $^2/_3$ longitudinis occupans, ovata, superne obtusiuscula, peristomate recto, intus tenuiter albolabiato, margine externo modice arcuato, margine columellari dilatato, stricto, plica columellari inconspicua, callo parietali distincto, lato.

Long. 14, diam. maj. 9, min. 7, apert. long. 9, diam. $5^1/_2$ Mm.

Hab. in aquis stagnantibus ad fluvium Teksch, legit Potanin.

Schale eiförmig, fein, aber ziemlich regelmässig gestreift, ziemlich dünn, gelblich, etwas glänzend; 4 gewölbte, regelmässig an Breite zunehmende Umgänge, die 3 obern ein breit konisches Gewinde mit nur wenig schiefer Nath bildend, der letzte oben und unten ziemlich gleichmässig gewölbt; Mündung eiförmig, oben spitzwinklig, kaum oder nicht ganz $^2/_3$ der ganzen Schalenlänge einnehmend, Mundsaum gerade, innen mit dünner weisser Lippe, Aussenrand nur mässig gekrümmt, Columellarrand verhältnissmässig breit und geradlinig, mit kaum erkennbarer Falte, nach aussen umgeschlagen, nur einen schmalen Nabelritz offen lassend, ohne scharfe Gränze in die fast in gleicher Linie fortgesetzte auffällig breite Auflagerung der Mündungswand übergehend.

Von der typischen *peregra* unterscheidet sich diese Form leicht dadurch, dass das Gewinde nicht nur kürzer, sondern auch voller, in den Näthen nicht eingeschnürt ist; darin gleicht sie den süddeutschen Formen, welche von Clessin und Kobelt als var. *curta* bezeichnet wurden, aber keine ihrer Figuren und auch kein deutsches Exemplar unter den zahlreichen, die ich vergleichen konnte, zeigt Columellarrand und Mündungswulst so breit ausgebildet und so gleichmässig in einander übergehend wie diese mittelasiatischen Stücke, welche dadurch etwas an *L. pervia* und *Andersoniana* erinnern; wohl aber ist die Columellarseite der Mündung in ähnlicher Weise ausgebildet bei einigen südeuropäischen Formen von *L. peregra*, nämlich bei einer von den Abruzzen, durch Orsini erhalten, und bei derjenigen, welche der verstorbene Küster als *L. columellaris* aus Salona in Dalmatien verschickt hat; bei beiden ist aber die Nath mehr eingeschnürt, die vorletzte Windung daher auffällig schmäler.

Var. **nimbosa** Taf. 4, Fig. 8.

Testa conoideo-oblonga, striatula, malleata, sat tenuis, flavida, strigis et maculis griseo-albidis variegata, parum nitidula; anfr. 4, convexiusculi, regulariter crescentes, superiores 3 spiram conoideam productam efficientes, ultimus superne sat declivis, apertura $^2/_3$—$^3/_5$ longitudinis occupans, ovata, superne acutangula, peristomate recto (subinde expanso), tenui, margine externo superne stricto, inferne modice arcuato, margine columellari dilatato, reflexo, rimam umbilicarem non prorsus obtegente, plica columellari sat distincta, callo parietali angusto.

Long. 14—17½, diam. maj. 8—9, min. 6—7½, apert. long. 9—10, diameter 5½—6 Mill.

Hab. ad fluvium Tumandy in montibus Tarbagatai, legit Potanin.

Eine eigenthümliche Form von *L. peregra*, in den kleineren kürzeren Exemplaren der var. *peregro-ovata* Kobelt's (Fortsetzung von Rossmässler's Iconographie, Bd. V, S. 117, Fig. 1489) nahekommend, aber das grössere Exemplar entschieden gestreckter. Eigenthümlich sind die grauweisslichen, ziemlich deutlich hervortretenden Striemen und Flecken, letztere namentlich in den hammerschlagartigen Eindrücken; sie erinnern sehr an *L. lagotis* var. *albopicta* (Fedtschenko, S. 27, Fig. 23), aber die Gesammtform der Schale, namentlich die Verengerung des obern Theils der letzten Windung, ist diejenige von *L. peregra*, nicht von *L. lagotis*; der Columellarrand ist sehr breit, die Columellarfalte scheidet sich deutlich von ihm, indem sie in's Innere hinaufsteigt. Die Auflagerung auf der Mündungswand ist ziemlich schmal.

Ein Exemplar zeigt einen ausgebreiteten äussern Mündungsrand, ist aber dann noch weiter gewachsen, so dass dadurch ein auffälliger Höcker nahe hinter der Mündung entstanden ist.

Limnaea plicatula Bens.

Benson, Annals and Magazine of nat. hist. IX, 1842, p. 488.

Var. **fasciolata** n. Taf. 4, Fig. 10.

Testa ovato-conica, rimato-perforata, solidula, nitidula, subregulariter plicatulo-striata, pallide cornea, interstitiis saepius albidis et fasciolis spiralibus nonnullis albidis picta; spira mediocris, acuta; anfr. 4½, convexi, sutura profundiuscula, valde oblique descendente; apertura ovata, fauce ochracea, plica columellari distincta, subverticaliter ascendente, callo parietali distincto.

Long. 15, diam. maj. 9, min. 7½, apert. long. 9½, diam. 6 Mm.

Hab. lacum Kuku-nor, legit Przewalski Iun. 1880.

Schale eiförmig-konisch, mit ziemlich schmalem Nabelritz, fest, etwas glänzend, ziemlich regelmässig faltenstreifig, blass horngelb, die Zwischenräume zwischen den Falten oft, nicht immer, weisslich, und überdiess namentlich an der Bauchseite der letzten Windung feine weissliche Spiralbändchen. Das Gewinde mässig lang, spitzig. Im ganzen 4½ Umgänge, welche ziemlich gewölbt und durch eine etwas tiefe, sehr schief herabsteigende Nath geschieden sind. Mündung eiförmig, innen ockergelb, am Rande weisslich; Columellarfalte deutlich, aber fast senkrecht aufsteigend; ein deutlicher Verbindungswulst auf der Mündungswand.

Ein Exemplar im See Kukunor vom Oberst Przewalski Ende Juni 1880 gesammelt.

Erinnert in der allgemeinen Gestalt zunächst an *L. lagotis*, dürfte sich aber doch durch die merkliche Faltenstreifung näher an die chinesische *L. plicatula* Bens. anschliessen.

Limnaea rimata Nev. Taf. 4, Fig. 12.

Limnaea Andersoniana rather. distinct variety, from North Tangitar and Kaschghar G. Nevill, Second Yarkand mission, moll., 1878, p. 9; *L. And.* var. *rimata* id., Handlist of Mollusca in the Indian Museum, Calcutta, 1878, p. 234.

Testa ovata, umbilicata, regulariter subtiliter costulato-striata, nitidiuscula, brunneo-flavida; anfr. 4, convexiusculi, regulariter crescentes, sutura mediocri discreti, ultimus supra et infra subaequaliter rotundatus; apertura paulum obliqua, $^4/_7$ longitudinis occupans, ovata, superne acutangula, margine externo modice arcuato, simplice, margine columellari modice dilatato, verticali, reflexo, umbilicum non obtegente, callo parietali tenuissimo, non dilatato.

Long. 10, diam. maj. 6, min. $4^1/_2$, apert. long. 6, diam. 4 Mill.

Hab. Asiam centralem ad Kaschgar, legit F. Stoliczka 1873; ad fluvium Eter Mongoliae borealis prope monasterium Dsha-Dsassyk leg. Potanin 1877.

Schale eiförmig, eng genabelt, regelmässig und fein rippenstreifig, ziemlich glänzend, braungelb; Umgänge 4, ziemlich gewölbt, durch eine mässig tiefe Nath geschieden, regelmässig zunehmend, der letzte oben und unten ziemlich gleich gewölbt; die Mündung steht merklich schief, ist eiförmig mit spitzigem oberem Winkel und nimmt etwa $^4/_7$ der ganzen Schalenlänge ein, der Aussenrand ist mässig gebogen, einfach, der Columellarrand ist etwas ausgebreitet, ohne den sehr engen Nabel ganz zu verdecken, nahezu senkrecht aufsteigend. Die Auflagerung auf der Mündungswand dünn und schmal, ein wenig nach aussen ausgebreitet.

Nach von G. Nevill erhaltenen Originalexemplaren. Sie weichen im allgemeinen Aufbau der Umgänge und in den Charakteren der Mündung so entschieden von *L. pervia* ab, dass ich gerade die eigenthümlichen Charaktere der letzteren streichen müsste, um sie als Varietät derselben einzureihen.

Die nordmongolischen von Potanin gesammelten Exemplare stimmen im Ganzen sehr gut mit denen von Kaschgar überein, nur sind sie etwas mehr glänzend und die gewundene Columellarfalte sondert sich etwas deutlicher von dem aufsteigenden ebenen Spindelrand ab, als bei denen von Kaschgar.

Der Name *rimata* ist eben der etwas weiter genabelten *pervia* gegenüber ganz passend, obwohl im Uebrigen auch manche andere *Limnaea*-Arten einen Nabelritz zeigen.

Limnaea pervia Mts. Taf. 4, Fig. 11.

v. Martens, Malakozoologische Blätter, 1867. S. 221.—*L. Davidi* Deshayes, Nouv. Archives du Mus. d'hist. natur. de Paris, 1871 — *L. Andersoniana* Nevill, (Journal of the Asiatic Society of Bengal, vol. XLVI, part 2, 1877, p. 26) Second Yarkand mission, mollusca, p. 9 ex parte.

Testa parva, ventricoso-ovata, umbilicata, tenuis, subtiliter costulato-striatula, nitida, griseo-flavida; anfr. 4, convexi, regulariter crescentes, sutura profunda discreti, superiores 3 spiram late conicam gradatam efficientes, ultimus supra planulatus, dein subverticalis, infra valde convexus, inflatus; apertura verticalis, $^2/_3$ longitudinis occupans, ovata, superne obtusa, margine externo modice arcuato, simplice, superne subhorizontali; margine columellari dilatato, reflexo, umbilicum semitegente, plica columellari non distincta, callo parietali crassiusculo, extus dilatato.

Long. 8 $^1/_2$, diam. maj. 5$^1/_2$, min. 4 $^1/_2$, apert. long. 5, diam. 3$^1/_2$ Mm.

Hab. amnem prope oppidum Chami (Chamil) ad finem orientalem montium Tian-schan, leg. Potanin; Koschagatsch, ad m. Altai, idem; Tschifu, Sinae borealis, legit O. Schottmüller 1861; Mupin Tibetiae orientalis, leg. Rev. David; Yarkand, leg. F. Stoliczka 1873.

Schale klein, bauchig-eiförmig, genabelt, dünn, fein rippenstreifig, glänzend, graugelb, aus 4 gewölbten regelmässig zunehmenden Umgängen mit tief eingeschnittener Nath; die 3 obern bilden ein breit konisches, abgestutztes Gewinde, der letzte ist oben etwas abgeflacht, fällt dann steil und senkrecht ab und ist dagegen unten stark gewölbt. Die Mündung steht ziemlich genau senkrecht, ist eiförmig, mit abgerundetem obern Winkel, und nimmt etwa $^2/_3$ der ganzen Schalenlänge ein, der Aussenrand ist mässig gebogen, oben fast horizontal, einfach und dünn, der Columellarrand dagegen stark ausgebreitet und zurückgeschlagen.

Sehr ähnlich der kurzen gedrungenen Abart von *L. truncatula* in Europa (var. *ventricosa* Moquin-Tandon), aber das Gewinde noch kürzer und breiter, der Columellarrand stärker ausgebreitet.

Ich habe Originalexemplare aus dem nördlichen China, von Mupin und von Yarkand vor mir liegen und finde keinen haltbaren Unterschied zwischen denselben. Nevill bezweifelt die Identität seiner *Andersoniana* mit meiner *pervia*, weil ich auf den offenen Nabel Werth gelegt und an seinen Exemplaren von Yunnan und Yarkand der Nabel beinahe oder meistens ganz vom Columellarrand bedeckt sei (Sec. Yark. miss., moll. p. 9). Unter 14 Exemplaren von Yarkand, welche er mir zu schicken die Güte hatte, ist aber an keinem der Nabel vollständig zugedeckt, sondern immer bei der Ansicht von der Seite noch sichtbar, halb oder $^1/_3$ offen, wenn auch oft mit Schlamm ausgefüllt; Exemplare von Yunnan habe ich nicht gesehen.

Limnaea truncatula.

O. Fr. Müller, Hist. verm. II, p. 130. — Schröter, Geschichte der Flussconchylien, S. 318, Taf. 7, Fig. 13. — *L. minutus* Rossmässler, Iconographie I, S. 100. — Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 323, Sibiriens moll., p. 51 etc.

Var. **longula.**

Parreys mscr. — Rossmässler, loc. cit. fig. 51. — Var. *Goupili* Moquin-Tandon, Dupuy, v. Martens in Fedtschenko's Reise, Moll., S. 28, Taf. 2, Fig. 26.

Testa parva, conico-oblonga, tenuissime striatula, nitidula, pallide fusca; anfr. $5\frac{1}{2}$, regulariter et sublente crescentes, convexi, ad suturam gradati, ultimus supra et infra subaequaliter rotundatus, vix dimidiam longitudinem occupans, margine externo modice arcuato, margine columellari subdilatato et reflexo, umbilicum semitegente.

Long. $8\frac{1}{2}$, diam. maj. 5, min. 4, apert. long. 4, diam. 3 Mm.

Hab. Tumandy ad montes Tarbagatai, legit Potanin.

Schale klein, länglich-konisch, sehr fein gestreift, etwas glänzend, mittelbraun, aus $5\frac{1}{2}$ regelmässig und ziemlich langsam zunehmenden Umgängen, jeder gewölbt und gegen den nächstobern stufenartig abgesetzt, der letzte oben und unten ziemlich gleich stark gerundet, Mündung länglich-oval, kaum die Hälfte der ganzen Schalenlänge einnehmend, Aussenrand mässig gerundet, Columellarrand etwas verbreitert und umgeschlagen, den runden Nabel halb bedeckend.

Stimmt ganz mit europäischen Formen überein.

Planorbis albus Mll.

O. Fr. Müller, Historia verm. II, p. 164. — Hartmann, Gastrop. d. Schweiz, S. 89, Taf. 25. — v. Middendorff, Reise in Sibirien II, S. 289. — Westerlund, Faun. moll. Sueciae p. 391; Malakozool. Blatt. XXII, 1675, S. 110. — Clessin, Deutsche Excursions-Mollusken-Fauna, S. 411. — Nevill, Second Yarkand miss., moll. p. 10.

Testa supra levissime, infra late et distincte concava, striata et spiratim lineata, anfr. 4, celeriter crescentibus, depresse rotundatis, non angulatis, ultimo ad aperturam aliquantulum descendente, apertura perobliqua, oblique ovata, vix emarginata, margine superiore multum prominente.

Diam. maj. 5, min. 4, alt. $1\frac{1}{3}$, apert. diam. radialis 2, alt. obliqua $1\frac{2}{3}$ Mm.

Hab. amnem prope oppidum Chami (Chamil), legit Potanin, et Pankong lacum, leg. F. Stoliczka.

Schale oben nur wenig, unten breit und deutlich vertieft, radial spiral fein gestreift, mit 4 rasch an Breite zunehmenden, niedergedrückten, aber nicht kantigen Umgängen, der letzte an der Mündung etwas herabsteigend; die Mündung sehr schief stehend, schief eiförmig, durch die vorhergehende Windung nicht ausgeschnitten, Oberrand weit über den Unterrand vorstehend.

Weit verbreitet in Europa und Sibirien, auch in Nordamerika.

Planorbis glaber Jeffr.

Jeffreys, Transactions of the Linnean Society XVI, 1833; British conchology I, p. 85, pl. 5, fig. 5. — Hartmann, Gastrop. d. Schweiz, S. 97, Taf. 28. — Westerlund, Fauna moll. Sueciae p. 397; Malakozool. Blätter XXII, 1875, S. 113, Taf. 4, Fig. 22—24. — v. Martens in Fedtschenko's Reise, Moll. S. 29. — Nevill, Sec. Yark. miss. moll. p. 10.

Testa parva, supra distincte, infra paulo-profundius umbilicata, levissime striatula, nitida, flavidula, diaphana, anfr. $3\frac{1}{2}$, rotundatis, subteretibus, sat celeriter crescentibus, ultimo antice non descendente, apertura modice obliqua, ovato-rotundata.

Diam. maj. 4, min. $3\frac{1}{2}$, alt. $1\frac{1}{3}$, apert. diam. radialis $1\frac{2}{3}$, alt. obliqua $1\frac{1}{2}$ Mm.

Hab. lacus complures ad Irtysch nigrum fluvium, leg. Dr. Regel 1879.

Schale klein, oben deutlich, unten noch etwas mehr vertieft, schwach gestreift, sonst glatt, glänzend, gelblich, durchscheinend; Umgänge $3\frac{1}{2}$, beinahe stielrund, ziemlich schnell an Breite zunehmend, der letzte vorn nicht herabsteigend, die Mündung nur mässig schief, abgerundet eiförmig.

Weit verbreitet in Mittel-Europa, und auch schon von Fedtschenko in Turkestan gefunden, von Stoliczka bei Ladak.

Im Gebiet von Yarkand und Kaschgar finden sich nach Stoliczka's Sammlungen auch noch die bekannten europäischen Arten *Pl. subangulatus* Phil. (vgl. Fedtschenko, S. 28), *nitidus* Müll. (Fedtsch. 29), *fontanus* Lightfoot (*complanatus* Drap., non Linné) und *nautileus* L., siehe Nevill, a. a. O. p. 11—13.

Planorbis Sibiricus Dkr.

Dunker, Proc. Zool. Soc., 1848, S. 42. — *Pl. limophilus* Westerlund, Malakozool. Bl., XIV, 1867, 204, XXII, 1875, p. 113, Taf. 4, Fig. 16—18; Fauna moll. Sueciae, p. 397.

Testa depressa, supra centro concava, infra latissime excavato-umbilicata, corneo-flavescens, striata, nitidula, anfr. 5, sat lente crescentibus, subteretibus, sutura utrinque profunda, ultimo non angulato, basi subcomplanato, antice saepius deflexo, apertura sat obliqua, peristomate margine superiore producto, inferiore sinuato.

Diam. maj. 5—6, min. 4—4$^1/_2$, alt. 1$^2/_3$, apert. alt. obl. 2, diam. radialis 2$^2/_3$ Mm.

Hab. Europam borealem et Sibiriam, legit Potanin in amne ad oppidum Chami, Mongoliae, et in lacu Arschanigol montium Changai, nec non ad Koschagatsch prope montes Altaicos.

Var. *major*, pallida, diam. maj. 8; min. 6$^1/_3$, alt. 2$^1/_2$ Mm. Taf. 4, Fig. 13. Legit idem ad fluvium Eter, confluentem Selengae, prope monasterium Dsha-Dsassyk Mongoliae borealis.

Schale flachgedrückt, an der Oberseite in der Mitte etwas vertieft, an der Unterseite zu einem sehr weiten Nabel ausgehöhlt, in der Richtung der Wachsthumslinien ziemlich stark gestreift, bei mässiger Lupenvergrösserung ohne sichtbare Spirallinien, etwas glänzend, graulichgelb, aus 5 Umgängen bestehend, welche langsam zunehmen und auf beiden Seiten gewölbt sind; die vorletzte Windung oben verhältnissmässig gross und vorspringend, etwa halb so breit sichtbar als die letzte (bei *albus* etwa $^1/_3$). Die letzte ohne Kante, aber unten etwas abgeflacht, vorn nicht wesentlich erweitert, aber öfters etwas herabgebogen. Mündung ziemlich schief, oben bogenförmig vorgezogen, unten mässig eingebuchtet, beide Mundränder durch eine breite dünne Auflagerung verbunden.

Diese Art gehört in die Gruppe des *Planorbis albus*, unterscheidet sich aber von demselben sehr leicht durch die entschieden langsamer zunehmenden Umgänge und durch den Mangel deutlicher Spirallinien, ferner auch durch die Farbe. Nichtsdestoweniger scheint sie früher öfters für *albus* gehalten worden zu sein; das zoologische Museum besitzt Exemplare aus Irkutsk, aus dem Amurland und aus Peking, letztere vom kais. deutschen Gesandten v. Brandt erhalten; ich vermuthe daher, dass Gerstfeldt und v. Schrenck, welche von *Pl. albus* aus diesen Gegenden sprechen, ohne der Spiralstreifung zu erwähnen, diese Art vor sich hatten. *Pl. Sibiricus* ist durch Dunker's Worte „testa . . . pallide cornea . . . infra concava, anfr. modice crescentibus“ u. s. w. deutlich in der vorliegenden Art zu erkennen; von Westerlund's *Pl. limophilus* habe ich Originalexemplare zur Vergleichung vor mir. *Pl. borealis* hat in ähnlicher Weise langsam zunehmende Umgänge, ist aber weniger flachgedrückt, die Mündung weniger schief, seine Färbung meist dunkler braun. *Pl. deformis* Ferussac, Essai 1807, Hartmann, Gastrop., Taf. 27, aus dem Bodensee, steht unserer Art näher als *Pl. albus*, unterscheidet sich aber von ihr durch eine merkliche Kante auf der letzten Windung. Die grössere Varietät vom Fluss Eter gleicht auf den ersten Anblick Westerlund's Abbildung von *Pl. Crosseanus*, loc. cit. fig. 19, 21, aber dieser ist deutlich spiralgestreift.

Planorbis Nevilli n.

Testa depressa, supra et infra subaequaliter concava, fulva, confertim striatula, nitida (saepius incrustata); anfr. 4—4$^1/_2$, teretibus, mediocriter crescentibus, sutura utrinque profunda, ultimo non angulato, infra convexiusculo, apertura minus obliqua, peristomate margine superiore paulum producto, inferiore leviter sinuato.

A) *Ladacensis: Pl. laevis* (Alder) var. *Ladacensis* Nevill, Second Yarkand mission, moll., p. 10.

Testa ferrugineo-fulva vel fulvo-grisea, statura mediocri.

Diam. maj. 5—5$^1/_2$, min. 4$^1/_2$, alt. 1$^2/_3$, apert. alt. obliqua 1$^1/_2$, diam. 2 Mm.

B) *Yarkandensis*: *Pl. albus*, Yarkand form, Nevill, loc. cit.

Minor, testa pallidius fulva, saepius nigro-incrustata.

Diam. maj. 4—4$^1/_2$, min. 3$^1/_2$—4, alt. 1$^2/_3$, apert. alt. obliqua 1$^1/_2$, diam. 2 Mm.

Hab. Asiam centralem, *A*) prope Leh regionis Ladak et in lacu Pankong Tibetiae, *B*) prope Yarkand Turkestaniae orientalis, legit F. Stoliczka.

Schale flach gedrückt, oben und unten nahezu gleich vertieft, doch oben in der Mitte etwas tiefer, dicht, aber schwach in der Richtung der Anwachslinien gestreift, bei mässiger Lupenvergrösserung ohne Spiralstreifen, röthlichbraun oder dunkelgraugelb, ziemlich stark glänzend, aus 4—4$^1/_2$ Windungen bestehend, welche oben und unten ziemlich gleich gewölbt sind, jederseits mit tiefer Nath und etwas schneller als bei dem vorhergehenden, doch langsamer als bei *Pl. albus* zunehmen; die letzte Windung ohne Kante, vorn nicht herabgebogen und auch nicht merklich erweitert; Mündung weniger schief als bei dem vorigen, der obere Theil des Mundsaums weniger vorgezogen, der untere schwächer eingebuchtet, beide Ränder nur durch eine sehr schwache schmale Auflagerung unter sich verbunden.

Diese Art steht einerseits dem *Pl. borealis* Loven nahe, vgl. Westerlund, Malakozool. Blätter XXII, S. 112, Taf. 2, Fig. 23—25, aus dem nördlichsten Europa und Sibirien (Tundra an der Mündung des Ob, Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschend. Freunde in Berlin, 1864, S. 239), andrerseits dem bekannten in Europa weiter verbreiteten *Pl. glaber* Alder. Ersterer ist bedeutend grösser und verhältnissmässig weniger flach, hat auch, wenn vollständig erwachsen, einen verdickten Mündungsrand, letzterer ist durchschnittlich kleiner und ebenfalls weniger niedergedrückt. Unausgewachsene Exemplare unserer Art kommen aber dem *Pl. glaber* sehr nahe, da sie, wie es Regel in der Gattung *Planorbis* ist, verhältnissmässig höher als die erwachsenen sind und ihre Mündung weniger schief steht.

Planorbis Pankongensis Nev. Taf. 4, Fig. 14.

Nevill mscr. — *Pl. albus* (Müll.) var., one form, Nevill, Second Yarkand mission, moll., p. 10.

Testa subdepressa, supra modice concava, infra profunde umbilicata, confertim striatula, nitidula, flavescens (plerumque detrita alba), anfr. 3, rapide crescentibus, supra sat convexis, ultimo non angulato, subtus subcomplanato, antice paulum descendente et valde ampliato, apertura sat obliqua, piriformi-rotundata, saepius intus remote-labiata, peristomate crassiusculo, margine supero arcuato, infero subrectilineo, callo parietali distincto.

Diam. maj. 4, min. 3, alt. $1^1/_2$, apert. alt. obliqua $1^2/_3$, diam. $2^1/_3$ Mm.

Hab. lacum Pankong Tibetiae occidentalis, legit F. Stoliczka.

Schale nur wenig niedergedrückt, oben in der Mitte mässig vertieft, unten tiefer genabelt, mit feinen dichten Anwachsstreifen, etwas glänzend, bräunlichgelb, meist nur verbleicht und daher weiss gefunden, aus drei rasch zunehmenden Windungen bestehend, welche oben stärker als unten gewölbt sind, daher auch oben eine tiefere Nath zeigen; die letzte Windung ohne Kante, unten etwas abgeflacht, vorn etwas herabsteigend und stark erweitert, die Mündung ziemlich schief stehend, abgerundet birnförmig, ziemlich dickrandig, meist mit einer innern Lippe etwas hinter dem Rande; der obere Rand etwas vorwärts gebogen und gewölbt, der untere in beiden Beziehungen ziemlich geradlinig, die Auflagerung auf der Mündungswand dick, in ihren Umrissen wechselnd, öfters etwas eingebogen.

Eine entschiedene Seeform, einigermaassen an den amerikanischen *Pl. Andecolus* Orb. und an meinen *Pl. choanomphalus* aus dem Ukerewe-See in Central-Afrika (Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde, 1879, S. 103) erinnernd, sowie unter den *Limnaeen* an *L. Hartmanni* Charp. Die Erweiterung und Herabsenkung des vordersten Theils des letzten Umgangs ist bei den verschiedenen Exemplaren in etwas verschiedenem Grade ausgebildet und öfters durch deutlichen Wachsthumsabsatz vom rückwärtsliegenden Theil getrennt, so dass sie ein etwas abnormes Aussehen erhält; nicht selten zeigt sich auch an der Unterseite die Nath zwischen letzter und vorletzter Windung eine Strecke weit hinter der Mündung nicht mehr regelmässig gebogen, sondern mehr gestreckt, also auch eine Richtungsabweichung im letztgebauten Theile und dadurch wird der Nabel etwas enger.

In dem See Pankong hat der verstorbene Stoliczka nach den mir von G. Nevill freundlichst zugesandten Proben überhaupt drei *Planorbis*-Formen gesammelt, welche einander in den obern Windungen sehr gleichen, aber in der letzten sehr von einander abweichen:

1) Die eben beschriebene zuletzt starkerweiterte und engnablige Art.

2) Eine ebenso grosse (diam. maj. 4 Mm.), aber schon mit $3^1/_2$ Windungen, die letzte ganz regelmässig zunehmend, weiter genabelt, Mündung weniger schief, und einfach, sehr an *Pl. glaber* erinnernd.

3) Eine grössere (diam. maj. 5—$5^2/_3$), aus $3^1/_2$—4 Windungen, die letzte weniger zunehmend, Mündung etwas schiefer, oft mit auffallendem Wachsthumsabsatz, im Wesentlichen mit dem obigen *Pl. Nevilli Ladacencis* übereinstimmend.

№ 2 ist höchst wahrscheinlich nur Jugendstufe von № 3, aber sie erregt den Verdacht, ob nicht auch № 1, unser *Pankongensis*, eine schon in ihrer Jugend durch locale Beeinflussung des Wachsthums entstandene Abart ebenderselben sei. Insofern hatte Nevill nicht Unrecht, sie nicht als Art von den andern trennen zu wollen.

Physa fontinalis L.

Linné, Syst. nat. ed. X, p. 727 (*Bulla f.*). — Draparnaud, Hist. nat. des moll. terr. et fluv. de la France, p. 54, pl. 3, fig. 8, 9. — Sturm, Deutschlands Fauna, Würmer, Heft 4, Taf. 10. — Nordenskiöld und Nylander, Finlands Mollusker, p. 47, Taf. 3, Fig. 38. — Gerstfeldt, Land- und Süsswasser-Mollusken Sibiriens, p. 21. — v. Schrenck, Reisen im Amurlande II, p. 654. — Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 353; Sibiriens moll., p. 55.

Testa sinistrorsa, ovata, nitida, pellucida, flavida, spira brevi, obtusiuscula, apertura $^3/_4$ longitudinis aequante, ovata, superne peracuta, margine columellari stricto, albido.

Long. 8, diam. maj. 5, min. $4^1/_2$, apert. long. $5^1/_2$, diam. $2^1/_2$ Mm.

Hab. fluvium Eter propre monasterium Dsha-Dsassyk Mongoliae borealis, legit Potanin 1877.

Physa (Aplexa) hypnorum L.

Linné, Syst. nat. ed. X, p. 727 (*Bulla h.*). — Draparnaud, Hist. nat. des moll. terr. et fluv. de la France, p. 55, pl. 3, fig. 12, 13. — Sturm, Deutschlands Fauna, Würmer, Heft 4, Taf. 11. — v. Middendorff, Reise in Sibirien II, 1, S. 298. — Nordenskiöld und Nylander, Finlands mollusker, p. 48, Taf. 3, Fig. 39. — Gerstfeldt, Land- und Süsswasser-Moll. Sibiriens, S. 21. — Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 357; Sibiriens moll. p. 56.

Testa sinistrorsa, subturrita, nitida, diaphana, corneofusca, spira elongata, apertura $^1/_2$ longitudinis aequante, lanceolata, margine columellari leviter arcuato, incrassato, albo.

Long. 14, diam. maj. $6^1/_2$, min. $5^1/_2$, apert. long. $7^1/_2$, diam. 3 Mm.

Hab. cum praecedente.

Auch bei Koschagatsch im Altaigebiete von Potanin gesammelt.

Sphaerium calyculatum Drap.

Cyclas calyculata Draparnaud, Moll. terr. et fluv. de la France, p. 130, pl. X, fig. 13—16. — *Calyculina lacustris* Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 517; Sibiriens land- och sötvattens mollusker, p. 68.

Eine halbe Schale von Potanin bei Koschagatsch im Altaigebiet gesammelt.

Neuere Eingänge aus Turkestan, Chiwa und den Steppenseen.

Aus dem schon vom seel. Fedtschenko durchforschten Theile von Turkestan, den Stromgebieten des Syr Darja und Sarafschan liegen folgende Arten vor, von Kuschakewitsch 1870[1]), Dohrandt 1875 und v. Russow 1878 gesammelt:

A) LANDSCHNECKEN.

Parmacella Olivieri Cuv., Fedtschenko's Reise, Mollusken, S. 3, Chodshent, Kuschakewitsch.

Macrochlamys Sogdiana Martens, Fedtsch., S. 5. Tschinas, v. Russow.

Vitrina rugulosa C. Koch, Fedtsch., S. 7, am Iskander-kul, 2130 M. über dem Meere, v. Russow.

Hyalina (*Conulus*) *fulva* Drap., Fedtsch., S. 9, Iskander-kul, v. Russow.

Helix rufispira Martens, Fedtsch., S. 9, Saamin, v. Russow (mit ungewöhnlich hohem Gewinde).

Helix Derbentina Andr., Fedtsch., S. 15, Taschkent, Tschinas und Saamin, v. Russow.

Buliminus albiplicatus Martens, Fedtsch., S. 20, Tschinas, v. Russow.

Cionella lubrica Müll., Fedtsch., S. 22, Iskander-kul, v. Russow.

Pupa cristata Martens, Fedtsch., S. 23, Iskander-kul, v. Russow.

Succinea Pfeifferi Rossm. Fedtsch., S. 24, Tschinas, v. Russow.

B) SÜSSWASSER-CONCHYLIEN.

Limnaea auricularia L., Fedtschenko, S. 25, Pendshakent, v. Russow, zunächst der var. *ventricosa*, vgl. oben, ähnlich, nur 18 Mm. lang und 14 breit.

» *lagotis* Schrank, Fedtsch., S. 26, Saamin, v. Russow.

» *truncatula* Müll. var. *major*, Fedtsch., S. 28, Iskander-kul, v. Russow.

---

1) Während des Druckes dieser Arbeit erhielt ich noch eine interessante Sammlung von Schnecken zur Bestimmung, welche Hr. A. Kuschakewitsch im transilischen Alatau, im Thal des Narynflusses und auf der Hochebene Pamir gesammelt hat. Einige Bemerkungen über dieselben siehe in den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, Juli 1882.

Planorbis marginatus var. *angustatus* Hartmann (Gastropoden der Schweiz, S. 115, Taf. 33, Fig. 6), Samarkand, Russische entomologische Gesellschaft, 1871.

Valvata piscinalis Müll. var. *ambigua* Westerlund, Fauna moll. Sueciae, p. 439, nur ein junges Exemplar, etwas flacher und etwas weiter genabelt als die normale *piscinalis*, welche in Europa und Sibirien weit verbreitet ist, blass grünlich, glänzend, Iskander-kul, v. Russow.

Hierdurch wird also die Fauna von Turkestan um zwei Arten bereichert.

Aus dem ehemaligen Chanate Chiwa durch Dr. Sievers, Prof. Barbot (s. Jahrb. der deutschen malakozoologischen Gesellschaft III, 1876, S. 334—337[1]) und F. Dohrandt, 1875:

Macrochlamys Turanica (Fedtsch., S. 7), Nukuss, Dohrandt.

Buliminus Oxianus n. sp. Martens, loc. c., Taf. 12, Fig. 8; Conchologische Mittheilungen I, S. 25, Taf. 6, Fig. 3, 4, Koschagerlü am Nordabhang des Balkangebirges an der Ostküste des kaspischen Meeres, Dr. Sievers, auch aus dem Löss von Turkestan durch den Bergingenieur Romanowski.

Pupa cristata (Fedtsch., S. 23), Koschagerlü, Sievers.

Succinea Pfeifferi (Fedtsch., S. 24, Taf. 2, Fig. 44), Nukuss, Dohrandt.

Anodonta piscinalis (Fedtsch., S. 33), im ausgetrockneten Bett eines Arms des Amu-Darja zwischen Scheich-Dsheili und Kalendar-chana, Barbot.

Corbicula fluminalis (Fedtsch., S. 34) var. *Oxiana*, 37 Mm. hoch, 42 lang (Taf. 4, Fig. 15), ebenda von demselben.

Ferner im Salzsee Ssary-Kamysch die schon aus dem Aralsee bekannten Arten von *Hydrobia*, *Neritina*, *Dreissena* und *Cardium* durch Prof. Barbot.

Aus den südwestsibirischen Steppenseen sind mir in den letzten Jahren folgende Conchylien zugekommen:

Vom Balchasch-See *Succinea Pfeifferi* Rossm., *Planorbis corneus* L. (20 Mm. im Durchmesser, $8^1/_2$ Mm. hoch) *Pl. vortex* L., *Limnaea stagnalis* L., schlanke Form, *ovata* Drap., und *Bithynia Leachi* Shepp., 6 Mm. hoch, von Slowzow, 1876.

Aus dem Ala-Kul *Limnaea stagnalis* L., *palustris* Müll., *ovata* Drap., *Planorbis marginatus* Drap., *spirorbis* (L.) Rossm., *Bithynia Leachi* Sheppard var. *major* und *Valvata piscinalis* Müll., von Dr. O. Finsch und Graf zu Waldburg Zeil, 1876.

Aus dem Saissan-See *Anodonta piscinalis* Nilss. von ebendenselben, 67 Mm. lang und 38 hoch, s. Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin 1877, S. 240.

---

1) l. c. ist durch ein Versehen Prof. Rosbot gedruckt, die betreffenden Objecte sind aber, wie ich nachträglich erfahren habe, vom nunmehr verstorbenen Bergingenieur Prof. N. Barbot de Marny gesammelt worden.

Uebersicht der bis jetzt bekannten centralasiatischen Mollusken.

A) Landschnecken.

	I Altai.	II Tarbagatai u. Alatau.	III Ili- u. Juldus-gebiet.	IV Westl. Tian-schan.	V Kokand.	VI Yarkand, Kashgar.	VII Ladak.	VIII NW. China.
Limax	…	…	…	…	*Fedtschenkoi*			
Vitrina	…	…	…	…	*rugulosa*	…	*pellucida*	
					conoidea			
Macrochlamys	…	…	…	…	*Sogdiana*			
(Helicarion ?)					*Turanica*			
Hyalina	*nitida*	…	…	…	*nitida*	…	*nitida*	
— , Conulus	…	…	…	…	*fulva*	…	*fulva*	
Helix, Vallonia	…	…	…	…	*costata*	*costata* var.		
			Ladacensis	…	…	…	*Ladacensis*	
— , Perforatella	*bicallosa*	…	…	…	…	…	…	*Yantaiensis*
— , Fruticicola	…	…	*duplocincta* *paricincta*					
	fruticum							
		rubens var.	*rubens* var.	…	(*rubens*)			
		Semenowi	*Semenowi*	*Semenowi*				
			rufispira var.	…	*rufispira*			
	Nordenskiöldi							
— , Trachia	…	…	*phaeozona*	…	*phaeozona*	*phaeozona*	…	*Orithyia* *pulveratrix* *pulveratricula* *Richthofeni*
				plectotropis	…	*plectotropis*	*Mataianensis*	*pyrrhozona*
						Stoliczkana	…	? *Przewalskii*
— , Xerophila ?	…	…	*cavimargo*	…	*Fedtschenkoi*			
Buliminus	…	…	*Sogdianus* var.	…	*Sogdianus*			
			?	…	*albiplicatus*			
	miser	…	…	…	*miser*			
			coniculus	…	*coniculus* ?			
		labiellus						
— Chondrula	…	…	*Asiaticus* *secalinus* *retrodens*	…	(*intumescens*)			
Cionella	*lubrica*	…	…	…	*lubrica*	…	*lubrica*	
Pupa	*muscorum*	…	…	…	*muscorum*	*muscorum*	*muscorum*	
			cristata	…	(*cristata*)	*cristata*		
Succinea	*Altaica*	…	*Martensiana*	…	…	*Martensiana*		
	putris	…	…	…	(*putris*)	*putris*		
	(*Pfeifferi*)	…	…	…	(*Pfeifferi*)			
			evoluta	…	…	*Yarkandensis*		

B) Süsswasser-Conchylien.

	I Altai u. Changai (Barnaul).	II Saissan-See, Ulungur, (Ala-Kul u. Balchasch).	III Ili-Gebiet Issyk-Kul.	IV Russ. Turkestan.	V Pamir-Seen.	VI Yarkand, Kaschgar.	VII Ladak, (in Kashmir).	VIII Tarim u. Chami.	IX Kukunor.
Limnaea ……	*(stagnalis)*	*(stagnalis)*	*stagnalis*	*(stagnalis)*	*Defilippii* var. *sirikulensis*	……	……	*stagnalis* var. *expansa*	
	auricularia	*auricularia*	……	*auricularia*	*auricularia*	……	……	*auricularia*	
	ovata	*(ovata)*	*obliquata*	*(ovata)*					
	lagotis var. *alata*	*lagotis* var. *solidior* — *costulata*	…… ……	*(lagotis)* (var. *costulata)*	*lagotis* var. *Lessonae*	*lagotis* var. *Yarkandensis*	*lagotis* var. *solidissima* var. *costulata* var. *subdisjuncta*		*plicatula* var. *fasciolata*
	(peregra)	……	*peregra* var. *curta*	*peregra*					
						pervia	……	*pervia*	
	(truncatula)	*truncatula* var. *longula*	…… ……	*(truncatula)* ……	…… ……	…… ……	*truncatula* var. *longula*		
	rimata	……	……	……	……	*rimata*			
	(palustris)	*(palustris)*							
Physa ……	*fontinalis*								
— (Aplexa)	*hypnorum*								
Planorbis ……	*corneus*	*(corneus)*							
	Sibiricus	……	……	*(albus)*	……	……	……	*Sibiricus*	
	(glaber)	*glaber*	……	*(glaber)*	……	*Nevilli*	*Nevilli*		
	(marginatus)	*(marginatus)*	……	*(subangulatus)* *(marginatus)*	……	*subangulatus* var.	*Pankongensis*		
	vortex var. *discoides*	*(vortex)*							
		(spirorbis)							
				(nitidus)	……	*nitidus* *fontanus* *nautileus*			
Valvata ……	……	*piscinalis*	……	……	……	……	*piscinalis*		
	(macrostoma)	……	……	……	……	*Stoliczkana*			
Hydrobia ……	……	……	……	*(pallida)*					
Bithynia ……	*(Leachi)*	*(Leachi)*							
Anodonta ……	*(anatina)*	*piscinalis*	……	*(piscinalis)*					
Pisidium ……	*(amnicum)*	……	……	*(obliquatum)* *(acuminatum)* *(sphaericum)* *(Turanicum)*	……	……	*obtusale*		
						Yarkandense *Bourguignatianum* *appressum*			

Bemerkungen zu dieser Tabelle.

I. Altai. Hier sind diejenigen Arten aufgeführt, welche Ehrenberg auf seiner Reise mit Humboldt und Rose 1829 bei Buchtarminsk und Ustkamenogorsk am Irtysch, oberhalb Semipalatinsk, wo der Strom das Altai-Gebirge verlässt, gesammelt hat, nach der revidirten Zusammenstellung derselben in den Sitzungsberichten d. Gesellsch. naturforschender Freunde in Berlin, Juli 1875, S. 88 u. folg., sowie in Klammern diejenigen Arten, welche als im Bergwerksdistrikte von Barnaul gesammelt und im dortigen Museum aufbewahrt von Staatsrath Dr. Gebler im Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou I, 1829, S. 51 u. folg. genannt sind, mit Berücksichtigung der Berichtigungen von Ehrenberg, ebenda S. 185, von A. Th. v. Middendorff in demselben Bulletin XXI, 1848 und von mir in den angeführten Sitzungsberichten 1875, S. 95, 96.

II. Tarbagatai und (dsungarischer) Ala-Tau nach den Sammlungen von Dr. O. Finsch, 1876, (Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin, Novemb. 1877, S. 240) und von Potanin, 1877.

III. Thal des Ili (Kuldsha) mit seinen Zuflüssen Tekess und Kungess, und Thal des Juldus, mittlerer Theil des Tianschan und dessen Südabhang nach der Gobi zu, nach den Sammlungen von Dr. Alb. Regel, 1879 und N. M. Przewalsky 1879, welche hier näher behandelt sind. Eine Trennung der beiden Flussgebiete, das eine nach WNW, das andere nach OSO sich öffnend, erscheint bei der allgemeinen Uebereinstimmung der gesammelten Arten nicht nothwendig.

IV. Westlicher Tianschan, südlich vom Issyk-Kul, nach den Sammlungen von P. Semenow 1857, siehe Malakozoologische Blätter XI, 1864, S. 114.

V. Chanat Kokand, nach den Sammlungen von Al. Fedtschenko, 1871, siehe dessen Reisewerk, Mollusken, 1874; in Klammern sind auch die weiter abwärts im Thal des Sarafschan beobachteten Arten bemerkt, soweit sie auch in andern hier behandelten Gegenden vorkommen.

VI. Yarkand und Kaschgar, Ost-Turkestan zwischen Tianschan und Karakorum (Kuenlün), Gebiet der südöstlichen Zuflüsse des Tarim, nach den Sammlungen des verstorbenen Dr. Ferd. Stoliczka, 1873, bearbeitet von G. Nevill in den Scientific Results of the second Yarkand mission, Calcutta 1878.

VII. Ladak und Balti (Klein-Tibet), Hochthal des obern Indus, nach ebendesselben Sammlungen, mit Berücksichtigungen der früheren von Dr. Thomson, 1847—48, u. A., welche schon im Reisewerke Fedtschenko's von mir angeführt sind. *Nanina Angelica* Pfr. ist hier absichtlich weggelassen, weil die frühere Fundortsangabe derselben, Tibet und Punjaub (Pendjab in Indien, Proc. Zool. Soc. 1856, p. 33) gegenüber unsern jetzigen Kenntnissen doch zu unwahrscheinlich lautet; ihr Vorkommen in Kaschmir und im Pendjab

wurde von Stoliczka bestätigt, siehe Nevill loc. cit. und Handlist of Mollusca in the Indian Museum, Calcutta I, 1878, S. 49.

VIII. Chinesische Löss-Ablagerungen, nach den von Ferd. v. Richthofen und O. v. Möllendorff erhaltenen Arten, erstere aus der Provinz Honan und in den Sitzungsberichten d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin, Mai 1879, S. 73 besprochen, letztere aus der Provinz Kansu an der Gränze der Mongolei und hier behandelt.

Bei der Uebersicht der Süsswasserschnecken ist, um die Anzahl der Columnen nicht unnöthig zu vermehren, die einzige Art aus dem Changai-Gebirge, südlich vom Baikalsee, der Columne des Altai zugetheilt, der Issyk-Kul am nördlichen Fuss des westlichen Tianschan mit dem Ili-Gebiet zusammengefasst und dadurch eine eigene Columne V für die Seen des Pamir, wo auch Stoliczka gesammelt hat, gewonnen, endlich Col. VIII für die Süsswasserschnecken bestimmt, welche von Przewalsky 1878 am Tarim und Potanin 1877 bei Chami gesammelt, also im Gebiete der Gobi. Die Artnamen der 3 Pisidien aus Yarkand sind zwar in der gedruckten Arbeit von Nevill nicht genannt, sondern mir nur handschriftlich von demselben mitgetheilt worden; ich glaube aber doch sie hier aufnehmen zu dürfen, da die Arten selbst in Nevill's Werk in derselben Reihenfolge so gut charakterisirt sind, als es in dieser Gattung ohne Abbildung überhaupt geht, Arten ohne Namen aber in der Literatur unbequem sind und leicht wieder verloren gehen.

Allgemeine Bemerkungen über die centralasiatischen Mollusken.

Unter den mittelasiatischen Landschnecken haben sich schon jetzt zwei ziemlich artenreiche Gruppen von *Helix* herausgestellt, die röthlichen oder gelblichen wie *H. rubens*, *Semenowi*, *rufispira*, gebändert in *H duplocincta* und *paricincta*, und die weissen mit stärkerer Skulptur, meist mit wenigen Bändern, wie *H. phaeozona*, *Stoliczkana*, *cavimargo*, denen wohl auch noch *plectotropis* beigezählt werden darf; die erste Gruppe schliesst sich wohl am besten an die europäischen *Fruticicolen*, wie *H. fruticum* und *rufescens*, die zweite mehr an die *Xerophilen* an, und wie die *Fruticicolen* für Nord- und Mittel-Europa, die *Xerophilen* für Süd-Europa charakteristisch sind, so ist auch die erstere Gruppe hauptsächlich nördlich des Tianschan bis Sibirien, die zweite südlich desselben bis zum Himalaya recht zu Hause; in Yarkand und Kaschgar ist bis jetzt die erstere noch gar nicht gefunden, im Altai[1]) und Alatau die letztere noch nicht. Eine bestimmte Gränzlinie zwischen beiden Faunen existirt allerdings nicht; in Europa nehmen wir im Allgemeinen die Alpen dafür, obwohl die Lombardei kaum halb südeuropäisch ist; eine bestimmtere Gränze bildet dann der Steppen-

1) Die frühere Angabe, dass *H. ericetorum* bei Barnaul vorkomme (Bull. de Mosc. I, p. 55 und 185) beruht nur auf verbleichten Stücken von *H. hispida*, einer *Fruticicole*, (Sitz.-Ber. naturforsch. Fr., 1875, S. 95), ebenso reducirt sich die Angabe von *Cyclostoma elegans* auf *Bithynia Leachi*.

und Wüstengürtel von den Mündungen der Donau bis zum Balchasch-See, wodurch die Krym[1]), der Kaukasus und Russisch-Turkestan der südlicheren Fauna zufallen. Nicht identisch, aber analog scheint die Scheidung zwischen einer nördlicheren, sibirischen Schneckenfauna und einer südlicheren, turkestanischen oder eigentlich centralasiatischen im und durch den Tianschan zu sein, denn die der letztern eigenthümlichen Arten, wie *phaeozona* u. s. w. haben eben nur diejenigen Charaktere mit den *Xerophilen* gemein, welche mit grösserer Hitze und Dürre im Zusammenhang stehen, wie weisse Farbe und rauhere Skulptur, nicht aber die Mündungsform, und sie finden in China nähere Verwandte als im Westen. — Die centralasiatischen *Buliminus*-Arten schliessen sich durchaus an zwei europäische Gruppen an, die weissen, gestriemten (*Zebrina*, z. B. *B. detritus*) und diejenigen mit verdicktem, oft gezahntem Mundsaum bei meist einfabiger Schale (*Chondrula*, z. B. *B. pupa* und *tridens*); beide sind in Mittel-Europa spärlicher, in Süd-, namentlich Südost-Europa reicher vertreten. Auffallend ist, dass sie bei Kuldsha noch zahlreich und ganz charakteristisch vorkommen, dagegen südlich vom Tianschan, bei Kaschgar und Yarkand noch nicht gefunden worden sind, während doch im Himalaya und am mittlern Indus wenigstens die erste Gruppe nicht unbedeutend vertreten ist. Bemerkenswerth ist noch, dass sowohl die beiden genannten Gruppen von *Buliminus*, als die beiden von *Helix* in Central-Asien weniger scharf gegen einander sich abschneiden, wie in Europa; man könnte versucht sein, anzunehmen, sie seien noch weniger von einander differenzirt. — Für die in Turkestan von Fedtschenko aufgefundene Gattung *Macrochlamys* ist noch keine weitere Verbreitung in Central-Asien nachgewiesen, wir kennen sie noch nicht von Tibet, erst von Kaschmir an, wo überhaupt die indische Fauna beginnt, wie unter Anderm G. Nevill in der Bearbeitung der Mollusken von Stoliczka's Reise nachgewiesen hat; West-Turkestan ist also hierin mehr indisch, als Ost-Turkestan. — Endlich fehlt in unserm Gebiet bis jetzt die Gattung *Clausilia*, sie ist also jedenfalls nicht so zahlreich vertreten, als in Süd-, namentlich in Südost-Europa, wo sie jedem Sammler in die Hände kommt; es ist das ein nordischer, circumpolarer Zug für Mittel-Asien, wenn auch nur ein negativer, denn die *Clausilien* gehen im Allgemeinen nicht weit nach Norden und fehlen der arktischen Fauna ganz, fehlen daher auch in Nord-America. Von Westen her die nächste *Clausilie* ist *Cl. Lessonae* an der Südseite des kaspischen Meeres, von Süden verschiedene Arten am Südabhang des Himalaya, wie *Cl. Waageni* bei Muree, *Cl. cylindrica* bei Simla, *Cl. ios* bei Darjiling, von Westen her die drei von Deshayes aus Mupin in Ost-Tibet beschriebenen Arten. — Die übrigen Landschnecken sind kleine unansehnliche Formen, grossentheils aus kosmopolitischen Gattungen und Untergattungen, die Arten meist von weiter Verbreitung oder doch weitverbreiteten sehr nahe stehend; am ehesten eigenthümlich unter ihnen dürften noch *Vitrina conoidea* und *Succinea Martensiana* sein. Circumpolar, d. h. durch den grössten Theil von Europa, Sibirien und einen Theil Nord-Amerika's verbreitet sind:

---

1) Vgl. Sitzungsberichte d. Gesellsch. naturforsch. Freunde in Berlin, März 1878, S. 85 ff.

Hyalina nitida, in Nord-Amerika südlich bis New-York und Ohio,
— *fulva*, » » » » Texas und Florida,
Helix costata, » » » » Kansas und Philadelphia,
Cionella lubrica » » » » Nebraska,
Pupa muscorum » » » » New-York,

und zwar sind alle diese in Nord-Amerika so weit nach Norden verbreitet, dass man wohl annehmen darf, sie seien nicht erst durch den Menschen aus Europa nach Amerika eingeschleppt. Alle diese gehen auch in Deutschland bis in die untern Pleistocänschichten (z. B. die Sande von Mosbach, Sandberger) herab und können daher als Glieder einer alterthümlichen weit verbreiteten Fauna gelten. In dieser Hinsicht ist auch noch bemerkenswerth, dass mehrere durch Grösse oder Häufigkeit in der gegenwärtigen Schneckenfauna Mittel-Europa's auffälligen Untergattungen, welche schon im Pleistocän vieler Gegenden, wo sie jetzt leben, vermisst werden, auch in Central-Asien noch nicht gefunden sind, so z. B. *Pomatia*, *Pentataenia*, *Xerophila*, *Torquilla*. Abgesehen von der letzten sind das Schnecken, die auch kultivirten Boden, Gärten und Wegränder lieben, stellenweise nachweislich erst durch den Einfluss des Menschen hingekommen sind, sozusagen kulturfreundliche Arten, während umgekehrt diejenige deutsche Art, welche am deutlichsten vor der Bodencultur aus dem Westen zurückgewichen ist, *Helix bidens*, in den asiatischen *H. bicallosa* und *Yantaiensis* ihre nächsten Verwandten hat. Die centralasiatische Schneckenfauna hat daher mehr Aehnlichkeit mit der diluvialen, als mit der gegenwärtigen Mittel-Europa's.

Unter den Süsswasserkonchilien fällt zunächst das entschiedene Vorherrschen der *Limnaeiden* auf, welche wesentlich stehendes Wasser bewohnen, während die für fliessendes Wasser charakteristischen Gattungen, wie *Unio*, *Neritina*, *Melania* und *Melanopsis* fehlen; auch das ist nordisch und circumpolar. Wie die Süsswasserthiere überhaupt durchschnittlich weiter verbreitet sind, so sind auch die meisten der in Central-Asien gefundenen Arten allgemein europäisch-sibirisch, einige auch in Nord-Amerika wieder auftretend, wie *Limnaea stagnalis*, *palustris*, *Planorbis albus*. Als eigenthümlich sind hauptsächlich die dickschaligen Seeformen einiger *Limnaeen* zu nennen, welche mit stärkerem Wellenschlag im Zusammenhang stehen dürften, so *L. obliquata* im Issyk-Kul, *solidior* im Ulungur, *solidissima* im See-Pankong (Tibet). Ferner die weissfleckigen Varietäten einiger bekannten Arten, welche normal einfarbig sind, was die Regel in der Gattung überhaupt ist, so *L. lagotis* var. *albopicta*, *L. plicatula* var. *fasciolata* und *L. peregra* var. *nimbosa*; die Bedeutung dieser Färbungsabweichung ist vorerst noch nicht zu errathen, man könnte ebensowohl Anpassung an die Farben der Umgebung, als unregelmässig periodische Vermehrung oder Verminderung der Kalkabsonderung in Folge klimatischer Einflüsse darin suchen. Noch ist das häufigere Vorkommen von *Limnaeen* mit ausgebreitetem Aussenrand der Mündung in Central-Asien auffällig; es findet sich unter den aufgeführten Arten bei *L. stagnalis*, *lagotis*, *ovata* und *peregra*, bei denen es sonst nicht, wie bei *L. auricularia*, die Regel ist; vielleicht ist es Folge

einer Hemmung des Grössenwachsthums des ganzen Thiers bei fortdauernder Kalkabsonderung des Mantelrandes; wir sehen es in Europa öfters an in Gefangenschaft gehaltenen Exemplaren von *L. stagnalis*. — In Bezug auf West und Ost ist das Vorkommen der europäischen *L. stagnalis* noch am Tarim-Fluss hervorzuheben, da diese Art nur höher im Norden circumpolar, dagegen aus China und Japan nicht bekannt ist. Dagegen beginnt die entschieden östliche *L. pervia*, in China weit verbreitet[1]), aber in Europa ganz fehlend, schon bei Yarkand und Chami. Grössere Süsswassermuscheln, *Anodonta*, finden sich nur noch in den Steppenseen, wie im Saissan und Kokkulak, nicht mehr im Gebirge oder auf der Hochebene. Das Fehlen von *Unio* ist desshalb noch einmal hervorzuheben, weil diese Gattung auch im Pleistocän Mittel-Europa's an vielen Stellen vermisst wird, wo sie gegenwärtig lebend vorkommt. Die Anzahl der eigenthümlichen Arten von *Pisidium* dürfte theilweise auf Rechnung der individuellen Ansicht der Beschreiber bei der Schwierigkeit der Artunterscheidung kommen; die Gattung selbst ist wie *Limnaea* weit verbreitet, namentlich auch im Norden und hier circumpolar.

So sehen wir im Ganzen in der centralasiatischen Molluskenfauna, soweit sie bis jetzt bekannt ist, einen Theil der allgemeinen europäisch-nordasiatischen (palaearktischen) Fauna mit einer verhältnissmässig grossen Anzahl von auch im nördlicheren Nord-Amerika vorkommenden (circumpolaren) Arten, wesshalb eben der Ausdruck palaearktisch hier weniger passt. Eine eigenthümliche Ausbildung zeigt sie nur in einigen Landschnecken, den oben besprochenen *Helix*- und *Buliminus*-Gruppen, mit Arten, welche grossentheils mittel- oder südeuropäischen ähnlich sind. Entschiedenere Hinweise auf China finden sich erst südlich vom Tianschan. Von wesentlich indischen Formen kann nur *Macrochlamys* in Turkestan genannt werden.

---

1) *L. ollula* Bens. fällt vielleicht mit derselben auch zusammen.

Anatomische Untersuchung einiger Arten von

G. Schacko.

---

1. **Helix duplocincta.** Taf. 5, Fig. 1—7.

Das in Spiritus conservirte Thier zeigt eine weisslich gelbe Farbe, über den Hals entlang zieht eine scharfe schmale tief schwarze Linie, die sich nach der Mundöffnung zu etwas verbreitert. Der weisse Mantel ist vorn am Halsrande wulstig mit grossen und kleinen schwarzen Pigmentflecken bedeckt, die unregelmässig zerstreut liegen. Bei einem andern Exemplare fehlte diese Pigmentirung ganz, aber die schwarze Halslinie war vorhanden. Die Mundöffnung ist halbrund und gross.

Der Kiefer, Fig. 2, ist hornartig, zum Theil dunkel kastanienbraun, breit, stark halbmondförmig gekrümmt mit breiten abgerundeten Seitentheilen versehen. Er trägt in der Mitte 4 fast parallele, wenig von einander abstehende Leisten, die sowohl den convexen, als concaven Bogen des Kiefers ein wenig überragen. Zu beiden Seiten dieser stark erhabenen Leisten finden sich noch schwache flachere Leistenansätze, die den Kieferrand nicht überschreiten und nach und nach in die dünnen durchscheinenden Seitentheile übergehen.

Die grösste und stärkste Leiste war 0,4 Mill. breit und 0,9 Mill. lang.
№ 2 » 0,3 » » » 0,9 » »
№ 3 u. 4 » 0,2 » » » 0,8 » »

Der ganze Kiefer hat eine Breite von 2,4 Mill.
und eine Länge » 0,9 Mill.

Er zeigt eine feine Längsstreifung, vorzüglich an der concaven Seite, während mehrere stärkere und feinere Anwachsstreifen ihn der Breite nach wellig durchziehen.

Der Fuss läuft spitz keilförmig zu (Fig. 1), ist auf der Rückenseite abgerundet, die Sohle flach mit schwacher Mittelfurche und zweitheilig, da die Querfurchung von beiden Seiten sich bis fast in die Mitte erstreckt; auch erstreckt sich diese Furchung bis auf die Seitenkanten des Fusses und es entsteht dadurch ein ziemlich grob gerunzelter aufgewulsteter Randsaum. Ein ausgeprägtes Mittelfeld habe ich nicht erkennen können. Die Oberfläche des Fusses oder vielmehr die Seiten des Fusses sind in unregelmässige netzförmige grob warzige Feldchen getheilt. Die Sohle des Fusses im zusammengezogenen Zustand ist 4 Mill. breit und 15 Mill. lang.

Der Geschlechtsapparat, Fig. 3, zeigt folgende Anordnung:

Die Zwitterdrüse *a*, in die Leber gebettet, ist deutlich und stark entwickelt und der Zwittergang im Beginn glatt, später stark kettenartig geschlängelt.

Die Eiweissdrüse ist lang gestreckt, zungenförmig, schwach sichelförmig gebogen, flach und dünn, schmutzig gelb gefärbt, 1,4 Mill. lang, 0,25 Mill. breit.

Der Uterus ist zuerst an der Stelle, wo der Eiweisskörper endet, schmal und eng, geht in gerader Richtung aus, erweitert sich jedoch bald, biegt dann fast in rechtem Winkel ab, beschreibt einen halbkreisförmigen Bogen, ist vielfach quer gefaltet und schlingt sich um den Anfang des Vas deferens herum.

Als Vagina geht er wieder in gerader Richtung, nimmt noch die gestielte Blase auf und macht noch eine kurze Biegung, wo sowohl er, als auch der Penis in einer sackartigen Drüsen-Anschwellung, die wiederum mit dem Pfeilsack in Verbindung steht, ihren Ausgang finden. Länge des Uterus bis zur Vagina-Ausmündung 24 Mill. Die Vagina 1 Mill. breit. Dieselbe nimmt 4 Mill. vor ihrem Ende die Samenblase auf, welche mit dem Blasenstiel der ganzen Länge nach durch Bindegewebefasern an die Falten des Uterus angeheftet ist. Die Blase selbst liegt nicht weit von der Eiweissdrüse entfernt.

Der Penis, eichelartig wulstig bei seiner Insertion in die grosse knollige Anhangsdrüse, ist hier 1,8 Mill. dick, beschreibt einen flachen Bogen 5 Mill. lang, vollführt eine ganz kurze Schlinge und setzt sich 5 Mill. lang bis zum Musculus retractor fort. Ohne bestimmten Uebergang verbindet er sich mit dem 10 Mill. langen Vas deferens.

Die knollige Anhangsdrüse, Fig. 4. *A*, 6 Mill. lang, 2,5 Mill. breit, ist aus dichtem Bindegewebe zusammengesetzt und steht nach der einen Seite noch in enger Verbindung mit dem Pfeilsack. An der Stelle, wo sich die weisse Färbung von der dunkelgrauschwarz pigmentirten Färbung des Bindegewebes scharf absetzt, ergiessen sich die sehr feinen Kanäle der von 6 schlauchförmigen Blindsäcken gebildeten Glandulae mucosae, Fig. 3, 4 und 5; jeder dieser Blindsäcke ist aus mehreren prallen drüsigen, matt milchweissen Drüsensäckchen zusammengesetzt, die sich zuerst in einen schmalen schlanken Drüsensack vereinigen. Von diesen führt ein haarfeiner, scharf im rechten Winkel gebogener Ausführungsgang, Fig. 5 *R*, in die grosse knollige Anhangsdrüse. Eng mit der grossen Anhangsdrüse in Verbindung steht der Pfeilsack, der den 0,35 M. langen und 0,3 M. dicken Pfeil enthält.

Dieser, Fig. 6, ist dick, stielrund, etwas gebogen und glatt, spitz und ohne Kronen-Ansatz; er zeigt schwache Ringstreifen in bestimmten Entfernungen, welche vielleicht nur Bildungs- oder Wachsthums-Ansätze sind. Bei stärkerer Vergrösserung zeigt der Pfeil eine etwas körnig-netzartige Struktur. Er ist seiner ganzen Länge nach von einer dünnen drüsig schwarzpigmentirten Matrix umgeben. Ein besonderer Drüsenapparat zur Bildung des Pfeils scheint sich im apicalen Theil des Pfeilsackes zu befinden, indem ein birnförmiges ringförmiges Septum den oberen Theil des Pfeilsackes abschliesst. Es besteht aus kammer- oder fächerförmig gebildeten Bindegewebe-Leisten. Der ganze übrige Theil des Pfeilsackes ist stark muskulös mit losen Bindegewebefasern und Masse ausgefüllt. Der untere Theil des Pfeilsackes verbindet sich mit der knolligen Anhangsdrüse durch einen kurz geknickten Bogen, so dass, da durch die Einwirkung des Spiritus die Bindegewebefasern stark contrahirt waren, der Pfeil mit der Spitze die Wandung des Pfeilsackes durchbohrt hatte, Fig. 3 und 4.

Fig. 1 zeigt das Thier mit umgeschlagenem Mantel, die kleinen Fühler *a*, und grossen Augenfühler *b*, den Schlundkopf *c*, in Verbindung mit dem grossen Spindelmuskel *d*, den Oesophagus und Magen *e*, und beide Speicheldrüsen *f*, über demselben mit ihren Ausführungsgängen in den hinteren obern Theil des Schlundkopfes. Alle diese Theile zeigen keine besondere Abweichung vom *Helix*-Typus, nur ist die Entfernung der Speicheldrüsen vom Schlundkopf etwas kurz; der Magen ist gross und stark gebogen.

Die Radula, Fig. 7, 6 Mill. lang und 2,6 Mill. breit, trägt 143 Querreihen und 83 Längsreihen von Zahnplatten nach der Formel 21 + 20 + 1 + 20 + 21. Die letzten unausgebildeten Zahnreihen sind farblos, dann folgen 24 schön citronengelb bis ins Orangegelb spielende Reihen. Die dann folgenden Reihen sind wieder farblos. Der sehr regelmässige Bau der Querreihen lässt vermuthen, dass das Thier keinen störenden äussern Einflüssen während der Zeit des Wachsthums ausgesetzt war, da keine verkümmerten Querreihen vorhanden sind; denn Dürre und plötzliche Entziehung von Wasser sistirt das Wachsthum der Radula und die nicht ausgebildete Reihe wird durch spätere Zuführung von Wasser nicht auf den normalen Zustand vollständiger und weiterer Entwickelung zurückgeführt, sondern verharrt im unausgebildeten Zustand und es findet erst in der folgenden Reihe wieder eine normale Bildung statt.

Der Mittelzahn, *M*, ist symmetrisch gebaut, bildet mit seinem Halshaken ein etwas schmal gedrücktes wappenförmiges Schild auf breiter Basalplatte und ist kleiner als sein Nebenzahn. Der Haupt-Haken selbst ist dreispitzig. Der grosse Mittel-Nagel an der Spitze wenig abgerundet; zu beiden Seiten befinden sich kurze scharfe Seiten-Nägel. Die Spitze des Mittelhakens überragt die darunter liegende Basalplatte und geht genau bis an den nächstfolgenden Hakenhals der Zahnplatte der nächsten Querreihe.

Länge des Mittel-Hakens von der Spitze bis zum Hals	0,048 Mill.
Breite des Halsschildes	0,03
Breite des Mittel-Nagels	0,015
Länge des Mittel-Nagels	0,01
Länge der Basalplatte	0,045
Breite der Basalplatte	0,038
Breite des kleinen Nebenzahn-Nagels	0,003

Der Seiten oder Lateral-Zahn, *S*, hat keinen kleinen Innenhaken; dieser tritt erst beim 23ten Zahn der Querreihe, also bei den Rand- oder Marginal-Zähnen, wieder deutlich hervor. Indess macht sich beim ersten Seitenzahn, also der Medianlinie zugekehrt, eine schwach wulstig geschwungene Linie an der Medianseite des Halsschildes der Seiten-Zahnplatte noch bemerkbar. Das wappenförmige Schild hat bei den Seitenplatten eine schief längliche Form angenommen und ist bedeutend grösser als dasjenige des Mittelzahnes, zugleich schmäler zusammengedrückt und nach dem Halshaken zu breiter ausgedehnt. Auch

der Haupt-Nagel ist grösser, ebenso der kleine Seiten-Nagel; nur die Basalplatte hat sich in Länge und Breite nicht viel geändert.

Länge des ganzen Seitenzahnes	0,07 Mill.
Breite des Schildes	0,035
Länge des Haupt-Nagels	0,018
Breite » » »	0,017
Länge der Basalplatte	0,042
Breite » »	0,032.

Die Seitenplatten überragen mit ihren Zahnhaken die Platten der nächsten Querreihe bedeutend.

Rand- oder Marginalzähne, *R*: Die 22[te] Zahnplatte, von Medianzahn aus gezählt, kann schon als Randzahn bezeichnet werden, denn an seinem Haupthaken beginnt sich der innere kleine Seitenhaken wieder zu zeigen, indem er sich dicht bei der Spitze des Haupthakens von der Seite abzutrennen beginnt. Die Randzähne nehmen an Grösse progressiv gegen den Rand hin ab und ihre Basalplatten, nur schwach entwickelt, sind gegen den Rand zu kaum erkennbar; das dem Rande zu gelegene Seitenhäkchen theilt sich bei den letzten Randzahnplatten noch in 2 Spitzen.

Länge der Randzähne....	0,04	bis 0,028 Mill.
Die Breite der Basalplatte	0,025	
Die Länge der Basalplatte	0,02	bei den ersten Randzähnen.

Helix duplocincta schliesst sich demnach gut an *Helix fruticum* in Betreff der Radula, Kiefer und Genitalapparat an, mit Ausnahme der Glandulae mucosae, welche auf *Pentataenia* hindeuten würden. Da aber selbst bei *H. fruticum* statt der geschlitzten Blindsäcke jederseits eine dreilappige Drüse mit dicht an einander gedrängten Lappen vorhanden ist, so kann man die Glandulae mucosae, die bei den *Pentataenien* vielfach zerschlitzt sind, bei *H. duplocincta* jedoch nur spärlich und wenig getheilt, als weniger wichtig betrachten, zumal ihre feinen Kanäle sich in den grossen knolligen drüsenartigen Anhang ergiessen, der als Hauptreservoir angesehen werden muss.

2. **Helix paricincta.** Taf. 5, Fig. 8, 9.

Die Weichtheile sind verhältnissmässig kleiner als bei *H. duplocincta*, die anatomischen Verhältnisse des Geschlechtsapparates übereinstimmend, nur Kiefer und Radula etwas verschieden.

Der Kiefer, Fig. 8, ist deutlich langgestreift wie bei *H. fruticum*, hat eine Länge von 0,5 Mill. und eine Breite von 1,11 Mill. und besitzt nur 2 breite Leisten.

Die Radula, Fig. 9, hat 120 Quer- und 59 Längsreihen von Zahnplatten, ist 3 Mill. lang und 1,4 Mill. breit. Das Schild der Mittelplatte, *M*, ist weit flacher zusammengedrückt und der Haupt-Nagel kräftiger als bei *H. duplocincta*; es überragt die nächste Querreihe bedeutend. Das Schild der Seitenplatten, *S*, steht mehr gerade zur Medianlinie und seine Haken-Nägel sind stark ausgebildet. Den ersten Randzähnen, *R*, fehlt der kleine Seitennagel, derselbe bildet sich aber gegen den Rand zu bedeutend kräftiger aus als bei *H. duplocincta*.

Länge des Mittelhakens von der Spitze bis zum Hals . 0,035 Mill.
Breite des Halsschildes 0,022
Breite des Mittel-Nagels 0,01
Länge » » » 0,013
Länge der Basalplatte 0,027
Breite » » 0,027
Breite des kleinen Nebenzahn-Nagels 0,0028

Seiten-Zahn: Länge des ganzen Zahnes 0,045 Mill.
Breite des Schildes 0,027
Länge des Haupt-Nagels 0,015
Breite » » » . . . . 0,013.

Rand-Zahn: Länge des ganzen Zahnes 0,04 bis 0,019 Mill.
Breite und Länge der Basalplatte . . 0,02.

3. **Helix Przewalskii.** Taf. 5, Fig. 10—12.

Das in Spiritus conservirte Thier hat eine dunkel graublaue Farbe, der Rücken ist oben abgerundet, die Schwanzspitze ziemlich spitz. Der Fuss ist zu beiden Seiten silbergrau, nach vorn hin blaugrau violett; gegen den Rücken zu gelblich grau und hier sehr grob warzig gekörnt; nach dem Sohlenrande zu fein warzig von sehr unregelmässiger Form und Dimension. Der Rand des Fusses zeigt eine etwas dunkel gefärbte regelmässig parallelstehende Runzelung; diese wird an der Kante durch eine Furche begrenzt, welche von der Schwanzspitze ausgeht, aber gegen die Mitte hin sich verliert, und es sind die am Rande des Fusses, dem Kopfende zugekehrten körnigen Runzeln unregelmässig und weisslich gefärbt. Die Fusssohle ist weisslich, zweitheilig und grob unregelmässig quer gerunzelt; eine Mittelfurche ist kaum erkennbar. Die Sohle ist 12 Mill. lang und 4 Mill. breit.

Am Geschlechtsapparat, Fig. 10, liegen Penis- und Vagina-Ausmündung dicht bei einander und sind durch einen schmalen Vorhof mit einem knollig runden sackähnlichen Gebilde, Pf., wahrscheinlich dem Pfeilsack, verbunden; das Innere des Sackes zeigte Binde-

gewebe-Fasern, wie gewöhnlich, aber es wurde kein Pfeil darin vorgefunden. Der vordere sehr erweiterte Theil des Penis ist stark gebogen, 2,5 Mill. dick, verengt sich jedoch nach einer Länge von 5 Mill. zu einer Dicke von nur 0,2 Mill. und setzt sich bis zu seiner Verbindung mit dem Vas deferens in einer Länge von 13 Mill. fort; ob er sich hier noch in ein kurzes Flagellum von 4,5 Mill. fortsetzt, ist fraglich, da eine Zerreissung stattgefunden hatte. Das Vas deferens ist 13,5 Mill. lang. Die Vagina ist 5 Mill. lang, 0,8 dick und nimmt auf halbem Wege den zuerst 0,47 Mill. starken Blasenstiel auf, der sich bald sehr verengt und die 3 Mill. lange und 0,6 Mill. dicke schwarz gefärbte Samenblase, Rs, trägt. Der Blasenstiel ist 13,5 Mill. lang. Der Vagina schliesst sich der fein gefaltete Uterus an, in einer Länge von 13 Mill., und steigt gerade hinauf zur zungenförmigen flachen wachsgelben Eiweissdrüse, welche 4,5 Mill. lang und 0,8 Mill. breit ist. In letztere mündet der sehr feine 12,5 Mill. lange Zwittergang, Zg., mit der weissgrauen, aus vielen Büscheln zahlreicher kleiner Blindsäcke zusammengesetzten Zwitterdrüse. Die Glandulae mucosae bestehen aus zwei starken, etwa 7 Mill. langen und 1,5 Mill. breiten Blindsäcken; ihre schlauchartigen Ausgänge reichen dicht bis an das Ende der Vagina. Diese Drüsenschläuche sind aus spiralig angeordneten alternirenden Drüsen-Elementen zusammengesetzt.

Der Schlundkopf ist 4 Mill. lang, 2,5 Mill. breit und an ihn setzt sich der 40 Mill. lange Darmtractus an. Die Speiseröhre ist 6 Mill. lang, 1,5 Mill. dick. Der Oesophagus 12 Mill. lang und 4 Mill. breit, ihm folgt der 22 Mill. lange mehrfach geschlungene Darm. Ueber den Oesophagus breiten sich die Speicheldrüsen aus, die ihre feinen Ausführungsgänge dicht beim Eintritt der Speiseröhre in den Schlundkopf hineinsenden.

Das Herz mit der Vorkammer ist 2,2 Mill. lang und 1,2 Mill. dick.

Der Kiefer, Fig. 11, 0,5 Mill. lang und 1,6 Mill. breit, schwach flach gebogen, mit länglichen abgestumpften Seitenstücken; er hat zwei ziemlich gleich breite starke Leisten, die in geringer Entfernung von einander stehen und den concaven Bogen an der Schneide zahnartig überragen. Er ist dunkel kastanienbraun, vorzüglich die Leisten und Seitenecken sind dunkler gefärbt, nur die äussersten Seitenränder sind gelblich und fast durchsichtig. Sehr dunkle Anwachsstreifen laufen quer über die ganze Fläche; aber ausserdem ist eine schwache Querfurchung und eine deutliche Längsstreifung bemerkbar.

Die Radula, Fig. 12, ist 4,5 Mill. lang, 1,8 Mill. breit. Die Richtungslinie der Platten der Querreihe gegen die Medianlinie bildet zuerst einen ganz schwachen Winkel gegen dieselbe bei den ersten 5 Zahnplatten, dann aber setzt sie sich bis zum Rand der Radula genau im rechten Winkel gegen die Medianlinie fort.

Die Formel für die Zahnplatten ist 20 + 10 + 1 + 10 + 20. Die Radula hat mithin 61 Längsreihen und 132 Querreihen. Die Mittelplatte, *M*, ist symmetrisch, hat ein zusammengedrücktes schmal wappenförmiges Halsschild und eine kugelförmige Spitze am Mittelzahnhaken. Derselbe ist noch mit zwei seitlichen ganz schwach erkennbaren Neben-Zahnhäkchen versehen, mithin besitzt die Mittelplatte einen 3-spitzigen Mittelzahn. Die Halslinie des Hakens ist unregelmässig geknickt und gewellt, und es machen sich die darun-

ter liegenden Partien des Halshakens, welche hindurchscheinen, auf dem Schilde des Halses sehr bemerkbar.

Die Basalplatte ist am unteren Ende flügelartig eingezogen.

Länge des Mittelhakens vom Halse bis zur Spitze	0,04 Mill.
Breite des Halsschildes	0,026
Länge des grossen Haken-Nagels	0,012
Breite » » » »	0,011
Länge der Basalplatte	0,038
Breite » »	0,032
Ansatz des kleinen Nebenhaken-Zahns	0,002.

Die Lateral- oder Seitenzähne, *S*, stellen sich etwas im Winkel schräg zum Mittelzahn, die 5te Platte jedoch schon parallel, und sie nehmen immer mehr an Länge zu. Die Schildflächen sind unsymmetrisch, indem der kleine Nebenhaken, der der Medianlinie zu liegt, ganz schwindet, der andere Nebenhaken, wenn auch langsam, dennoch sich immer kräftiger entwickelt. Die Basalplatten behalten ihre Länge und Breite wie die der Mittelplatte unverändert; aber die Haken verlängern sich, so dass eine Querreihe die andere überragt.

Länge der 1ten Seitenplatte vom Hals bis zur Spitze	0,052 Mill.
» » Schildbreite	0,03
Länge des grossen Nagels	0,015
Breite » » »	0,016
Die 10te Seitenplatte hat eine Länge	0,057
Schildbreite	0,029
Breite des kleinen Nebenhaken-Nagels	0,002
Die 14te Seitenplatte hat eine Länge	0,05
Schildbreite	0,029
Die 18te Seitenplatte hat eine Länge	0,048
Schildbreite	0,034
Breite des kleinen Nebennagels	0,004.

Die Marginal- oder Randzähne, *R*, beginnen mit der 21ten Platte. Sie sind kleiner als die der Lateralplatten und nehmen an Grösse gegen den Rand der Radula zu, proportional ab. Die Schildflächen der Haken verkürzen sich der Länge nach, aber an Breite nehmen sie zu. Der der Medianlinie zugewendete kleine Nebenhaken hat sich bereits vom Haupthaken abgetrennt und bildet sich bei den darauf folgenden Platten an ihren

Haupthaken immer mehr aus. Der andere kleine Nebenhaken, welcher dem Rande der Radula zugekehrt ist, hat seine grösste Entwickelung erreicht und verharrt in seinem Grössenverhältniss bis an den Rand der Radula. Die Marginalzahnplatten haben somit wieder einen 3-spitzigen Haken.

Die 21 te Platte vom Hakenhals bis zur Spitze hat eine Länge 0,045 Mill.
Schildbreite 0,034
Hauptnagel lang und breit.................0,013

Der der Medianlinie zugewendete kleine Nebenhaken breit 0,018—0,004
Der dem Rande der Radula zugekehrte Nebenhaken....0,0045.

Als Ergebniss der Untersuchung lässt sich sagen, dass *Helix Przewalskii* der Radula nach zu *Campylaea* hinneigt; zwar sind die Zahnplatten letzterer weit schlanker und die Marginalzähne entschieden mehr geschlitzt, aber eine nicht zu verkennende grosse Aehnlichkeit bietet die Radula von *H. lapicida*. Die Abnutzung der Zahnreihen ist bei *H. Przewalskii* bedeutend, indem die Haken fast ganz verschwinden und nur die Basalplatten übrig bleiben. Auch hierin zeigt *H. lapicida* Aehnlichkeit, während die Abnutzung bei *Campylaea* sehr gering ist. Dagegen ist der Genitalapparat von *Campylaea* sehr verschieden von demjenigen der *H. Przewalskii*, indem bei den ersteren der Stiel der Samenblase noch ein starkes und sehr langes Divertikel besitzt; ferner hat der Penis der *Campylaeen* ein langes Flagellum, das bei *H. Przewalskii* noch näher nachzuweisen ist. Dagegen weicht unsere Art in Betreff der Glandulae mucosae und des Kiefers mehr von den *Campylaeen* ab und nähert sich hierin der *Helix fruticum*, also den *Fruticicolen*.

Schlussbemerkung.

Während des Druckes dieser Arbeit sind mir noch durch die Vermittlung von Dr. Strauch die Conchylien zugekommen, welche Hr. A. Kuschakewitz in den Jahren 1873—79 in den Berggegenden vom Ala-kul bis zu den Seen der Hochebene Pamir gesammelt hat und unter denen sich wiederum manche neue Arten befinden; eine vorläufige Notiz darüber siehe in den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, Juli 1882.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1—7. *Helix duplocincta* n. von Kuldsha, S. 4. — Fig. 1—5 mit normalen Bändern (— — 3,4 —), Fig. 6 Bänder-Varietät vom Fluss Kungess, Fig. 7 Exemplar ohne Bänder.

Fig. 8—13. *Helix paricincta* n. von Kuldsha, S. 5. — Fig. 8 und 9 var. *bisbicincta*, Fig. 10 var. *ambicincta*, Fig. 11 var. *incincta*, Fig. 12 und 13 var. *bilaticincta*.

Tafel II.

Fig. 1—4. *Helix rubens* Mts. S. 8. — Fig. 1 var. *concolor* vom Tarbagatai, Fig. 2 *a—c* var. *Finschiana* vom Alatau, Fig. 3 var. *Zeiliana* vom Alatau, Fig. 4 var. *Regeliana* von Kuldsha.

Fig. 5—7. *Helix Semenowi* Mts., S. 9. Fig. 5 und 6 niedrigeres und höheres Individuum von demselben Fundorte, Fig. 7 var. *depressa* von Kuldsha.

Fig. 8. *Helix rufispira* var. *albidorsalis* Mss. S. 10 von Kuldsha.

Fig. 9. *Helix Przewalskii* n. S. 12 vom Fluss Tetunga.

Fig. 10, 11. *Helix phaeozona* Mts. S. 11 vom Thal des Ili-Flusses, Fig. 10 ein ungewöhnliches, kleines Exemplar, Fig. 11 ein Exemplar mit undeutlichem Band.

Fig. 12, 13. *Helix Orithyia* Mts. S. 12 aus dem Löss der Provinz Honan, Fig. 12 Exemplar mit Bändern, Fig. 13 ohne Bänder.

Fig. 14, 15. *Helix Mongolica* Möllend. S. 13 von Weitschang, zwei unter sich etwas abweichende Exemplare.

Fig. 16. *Helix Stoliczkana* Nevill, S. 14 von Sasak-Taka.

Fig. 17. *Helix cavimargo* n. S. 15 von Kuldsha.

— 18. *Helix pulveratrix* n. S. 16 } aus dem Löss der Provinz Kansu.
— 19. *Helix pulveratricula* n. S. 17 }

Tafel. III.

Fig. 1. *Helix bicallosa* Friv. S. 18 von Buchtarminsk, Fig. 1 *d* Mündung vergrössert, 1 *c* Mündung von *H. bidens* vergrössert, zur Vergleichung. Fig. 2. Junges Exemplar von *H. bicallosa.*

Fig. 3. *Helix Ladacensis* S. 3 vom *Tianschan.*

— 4. *Buliminus labiellus* Mts. S. 21 vom Tarbagatai.

Fig. 5. *Buliminus Sogdianus* var. *Kuldshanus* Mss. S. 22 von Kuldsha.

Fig. 6, 7. *Buliminus Asiaticus* Mss. S. 24 von Kuldsha. — Fig. 6 gewöhnliche Grösse, darüber die Mündung vergrössert, Fig. 7 kürzeres Exemplar.

Fig. 8. *Buliminus secalinus* Mss. S. 25 von Kuldsha. Daneben die Mündung vergrössert.

Fig. 9. *Buliminus coniculus* n. S. 23 von Kuldsha.

— 10, 11. *Buliminus retrodens* n. S. 26 von Kuldsha. — Fig. 10 *a,b* normale Grösse, dazwischen die Mündung vergrössert. Fig. 11 kürzeres Exemplar.

Fig. 12—16. *Succinea Martensiana* Nevill, S. 28 — Fig. 12 Exemplar von Kuldsha. — Fig. 13 Exemplar vom Juldus. — Fig. 14 und 15 var. *gigas* (natürliche Grösse) von Kasch. — Fig. 16 Exemplar von Koschötu-daban.

Fig. 17. *Succinea Altaica* Mts. S. 30 von Buchtarminsk.

Fig. 18. *Succinea evoluta* n. S. 30 von Kuldsha.

— 19. *Succinea Pfeifferi* Rossm. S. 31 von Nukuss.

Tafel IV.

Fig. 1, 2. *Limnaea stagnalis* L. S. 32. — Fig. 1 var. *minor* S. 33 von Kasch. — Fig. 2 var. *expansilabris* vom Tarim.

Fig. 3, 4. *Limnaea auricularia* var. *ventricosa* Hartm. S. 33 vom Tarim.

Fig. 5. *Limnaea auricularia* var. *obliquata* Mts., S. 34 vom Issik-kul.

Fig. 6. *Limnaea lagotis* var. *solidior* n. S. 34 vom Ulungur.

Fig. 7. *Limnaea ovata* var. *eversa* n. S. 35 vom Fluss Eter.

Fig. 8. *Limnaea peregra* var. *nimbosa* n. S. 37 vom Tumandy.

Fig. 9. *Limnaea peregra* var. *marginata* Mich. S. 36 vom Fluss Teksch.

Fig. 10. *Limnaea plicatula* var. *fasciolata* n. S. 38 vom Kuku-nor.

Fig. 11. *Limnaea pervia* Mts. S. 40 von Chami.

— 12. *Limnaea rimata* Nev. S. 39 von Kaschgar.

Fig. 13. *Planorbis Sibiricus* Dkr. var. *major* S. 43 vom Fluss Eter.

Fig. 14. *Planorbis Pankongensis* Nev. S. 45 vom See Pankong.

Fig. 15. *Corbicula fluminalis* var. *Oxiana* n. S. 48 aus dem trockenen Bett eines Arms des Amu-Darja. (Natürliche Grösse).

Tafel V.

Nach Zeichnungen von G. Schacko.

Fig. 1—7. Anatomie von *Helix duplocincta* S. 56—59.

Fig. 1. Die Weichtheile aus der Schale genommen, 4 mal vergrössert: *a* untere, *b* obere Fühler, *c* Schlundkopf, *d* Spindelmuskel, *e* Magen, *f* Speicheldrüsen, *g* Fuss.

Fig. 2. Kiefer 10 mal vergrössert.

— 3. Geschlechtsapparat, 2 mal vergrössert: Zw Zwitterdrüse, Ew Eiweissdrüse, U Uterus, Rs Samenblase, P Penis, Vd Vas deferens, Gm Glandulae mucosae, Pf Pfeilsack.

Fig. 4. Ein Theil desselben, 3 mal vergrössert: Pf Pfeilsack durchschnitten, V Oeffnung der Vagina, Gm Glandulae mucosae, A Anhangsdrüse.

Fig. 5. Ein Ast der Glandulae mucosae, 8 mal vergrössert; *k* Winkel des Ausführungsgangs.

Fig. 6. Pfeil, 5 mal vergrössert.

— 7. Radula, 420 mal vergrössert: M Mittelzahn, S Seitenzähne, R Randzähne.

Fig. 8 und 9. Kiefer und Radula von *Helix paricincta*, S. 59, 60. — Fig. 8 Kiefer, 14 mal vergrössert.

Fig. 9. Radula, 420 mal vergrössert: M Mittelzahn, S Seitenzähne, R′ einer der ersten Randzähne, R‵ letzte Randzähne.

Fig. 10—12. Anatomie von *Helix Przewalskii*, S. 60—63. — Fig. 10. Geschlechtsapparat, 2 mal vergrössert: Zw Zwitterdrüse, Zg Zwittergang, Ew Eiweissdrüse, U Uterus, V Vagina, Rs Samenblase, Gm Glandulae mucosae, P Penis, Fl Flagellum?, Pf Pfeilsack.

Fig. 11. Kiefer, 12 mal vergrössert.

Fig. 12. Radula, 420 mal vergrössert: M Mittelzahn, S Seitenzähne, 10. zehnter, 14. vierzehnter, 18. achtzehnter Seitenzahn. R′ 22 der zweite Randzahn oder der zweiundzwanzigste Zahn vom Mittelzahn an (ausschliesslich) gezählt. R‵ äusserste Randzähne.

Berichtigung.

Auf pag. 27 in der ersten Colonne der Tabelle, Zeile 7 von unten l. *coniculus* statt *conicellus.*



1-7 Helix duplocincta 8-13 H. paricincta



1-4 Helix rubens. 5-7 H. Semenowi. 8 H. rufispira. 9 H. Przewalskii. 10 11 H. phaeozona. 12 13 H. Orithyia.
14 15 H. Mongolica. 16 H. Stoliczkana. 17 H. cavimargo. 18 H. pulveratrix. 19 H. pulverella.



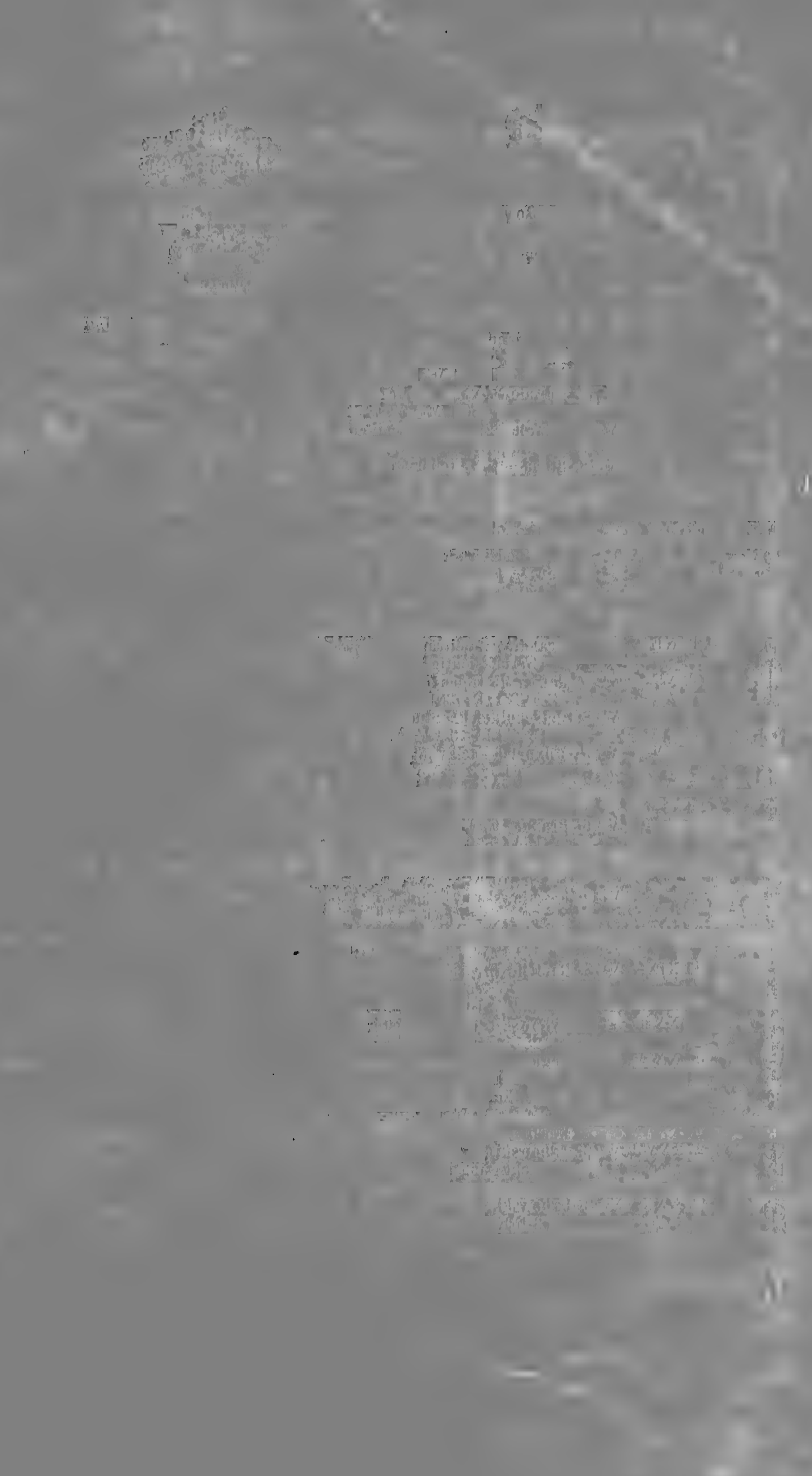
1-2 Helix bicallosa. 1e H. bidens. 3 H. Ladacensis. 4 Buliminus labiellus. 5 B. Kuldschanus.
6-7 B. Asiaticus. 8 B. secalinus. 9 B. coniculus. 10 11 B. retrodens. 12-16 Succinea Martensiana.
17 S. Altaica. 18 S. evoluta. 19 S. Pfeifferi.



1 2 Limnaea stagnalis. 3-4 L. auricularia. 5 L. obliquata 6 L. lagotis. 7 L. ovata 8-9 L. peregra.
10 L. plicatula. 11 L. pervia. 12 L. rimata. 13 Planorbis Sibiricus. 14 Pl. Pankongensis. 15 Corbicula Oxiana.



1-7 Helix duplocincta. 8. 9 H. paricincta. 10-12 H. Przewalskii.



Ouvrages publiés dans la VII. Série des Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences par rapport aux animaux évertébrés:

T. IV, № 5. **Paulson, O.** Zur Anatomie von Diplozoon paradoxum. 1862. Mit 1 Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 8. **Weisse, J. F.** Zur Oologie der Räderthiere. 1862. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. V, № 5. **Knoch, J.** Die Naturgeschichte des breiten Bandwurms (Bothriocephalus latus Auctt.) mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelungsgeschichte. 1862. Mit 2 Taf. Pr. 1 R. 25 K.=4 Mk. 20 Pf.

T. VI, № 3. **Morawitz, A.** Beitrag zur Käferfauna der Insel Iesso. Lief. I. Cicindelidae et Carabici. 1863. Pr. 70 K. = 2 Mk. 30 Pf.

№ 10. **Owsjannikow, Ph.** Ueber die feinere Structur des Kopfganglions bei den Krebsen, besonders beim Palinurus locusta. 1863. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. VIII, № 1. **Bremer, O.** Lepidopteren Ost-Sibiriens, insbesondere des Amur-Landes. 1864. Mit 8 Taf. Pr. 2 R. 30 K. = 7 Mk. 70 Pf.

T. X, № 2. **Kowalewsky, A.** Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Loxosoma neapolitanum sp. n. 1866. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 3. **Kowalewsky, A.** Anatomie des Balanoglossus delle Chiaje. 1866. Mit 3 Taf. Pr. 45 K.=1 Mk. 50 Pf.

№ 4. **Kowalewsky, A.** Entwickelungsgeschichte der Rippenquallen. 1866. Mit 5 Taf. Pr. 75 K.=2 Mk. 50 Pf.

№ 8. **Stepanof, P.** Ueber Geschlechtsorgane und Entwickelung von Ancylus fluviatilis. 1866. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.

№ 15. **Kowalewsky, A.** Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien. 1866. Mit 3 Taf. Pr. 45 K.=1 Mk. 50 Pf.

T. XI, № 3. **Owsjannikow, Ph., u. Kowalewsky, A.** Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. 1867. Mit 5 Taf. Pr. 80 K. = 2 Mk. 70 Pf.

№ 6. **Kowalewsky, A.** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Holothurien. 1867. Mit 1 Taf. Pr. 25 K.= 80 Pf.

№ 17. **Owsjannikow, Ph.** Ein Beitrag zur Kenntniss der Leuchtorgane von Lampyris noctiluca. 1868. Mit 1 Taf. Pr. 25 K. = 80 Pf.

T. XIII, № 1. **Brandt, A.** Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Libelluliden und Hemipteren mit besonderer Berücksichtigung der Embryonalhülle derselben. 1869. Mit 3 Taf. Pr. 55 K. = 1 Mk. 80 Pf.

T. XIV, № 5. **Ganin, M.** Ueber die Embryonalhülle der Hymenopteren- und Lepidopteren-Embryonen. 1869. Mit 1 Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.

№ 8. **Metschnikof, E.** Studien über die Entwickelung der Echinodermen und Nemertinen. 1869. Mit 12 Taf. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.

T. XV, № 3. **Miklucho-Maclay, N.** Ueber einige Schwämme des nördlichen Stillen Oceans und des Eismeeres. Ein Beitrag zur Morphologie und Verbreitung der Spongien. 1870. Mit 2 Taf. Pr. 40 K.=1 Mk. 30 Pf.

№ 8. **Grimm, O.** Die ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Chironomus-Art und deren Entwickelung aus dem unbefruchteten Ei. 1870. Mit 3 Taf. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XVI, № 6. **Brandt, A.** Ueber Rhizostoma Cuvieri Lmk. Ein Beitrag zur Morphologie der vielmundigen Medusen. 1870. Mit 1 Taf. Pr. 45 K. = 1 Mk. 50 Pf.

№ 8. **Brandt, A.** Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Sipunculus nudus L. 1870. Mit 2 Taf. Pr. 60 K. = 2 Mk.

№ 12. **Kowalewsky, A.** Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. 1871. Mit 12 Taf. Pr. 1 R. 70 K. = 5 Mk. 70 Pf.

T. XVII, № 12. **Grimm, O.** Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung und Entwickelung der Arthropoden. 1872. Mit 1 Taf. Pr. 30 K. = 1 Mk.

T. XIX, № 8. **Baer, K. E. v.** Entwickelt sich die Larve der einfachen Ascidien in der ersten Zeit nach dem Typus der Wirbelthiere? 1873. Mit 1 Taf. Pr. 40 K. = 1 Mk. 30 Pf.

T. XXI, № 12. **Brandt, A.** Ueber die Eiröhren der Blatta (Periplaneta) orientalis. 1874. Mit 1 Taf. Pr. 40 K.=1 Mk. 30 Pf.

T. XXII, № 8. **Dybowski, W.** Die Gasteropoden-Fauna des Baikal-Sees, anatomisch und systematisch bearbeitet. 1875. Mit 8 Taf. Pr. 1 R. 35 K. = 4 Mk. 50 Pf.

T. XXIV, № 10. **Dogiel, J.** Anatomie und Physiologie des Herzens der Larve von Corethra plumicornis. 1877. Mit 2 Taf. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

T. XXV, № 8. **Grube, Ed.** Annulata Semperiana. Beiträge zur Kenntniss der Annelidenfauna der Philippinen. 1878. Mit 15 Taf. Pr. 3 R. 70 K. = 12 Mk. 30 Pf.

T. XXVI, № 7. **Merejkowsky, C.** Études sur les éponges de la mer Blanche. 1878. Avec 3 pl. Pr. 80 K.=2 Mk. 70 Pf.

T. XXVII, № 6. **Dybowski, Dr. W.** Studien über die Spongien des Russischen Reiches, mit besonderer Berücksichtigung der Spongien-Fauna des Baikal-Sees. 1880. Mit 4 lith. Taf. und 2 Holzschn. im Text. Pr. 1 R. 20 K. = 4 Mk.

T. XXX, № 10. **Dybowski, Dr. W.** Studien über die Süsswasser-Schwämme des Russischen Reiches. 1882. Mit 3 lith. Taf. Pr. 50 K. = 1 Mk. 70 Pf.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Novembre, 1882. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.

(Vass.-Ostrow., 9 ligne, № 12.)